

Kamienica- und Kamionka-Regulirung

bei der Tarnów-Leluchower Staatsbahn, in Kilom. 84.0.

Von

W. Wulle,

Ingenieur und Bauführer der k. k. Direction für Staatseisenbahn-Bauten.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 26.)

Die Tarnów-Leluchower Staatsbahn überschreitet vor Neu-Sandec, bei der Einfahrt in das grosse, fruchtbare und landschaftlich schöne Thalbecken, welches die hier zusammenfliessenden Gebirgsflüsse Dunajec, Poprad und die Kamienica bilden, den letztgenannten Fluss.

Oberhalb der hier erbauten Brücke, bestehend aus drei Feldern von zusammen 68.5^m Lichtweite, mündet in dasselbe ein nicht minder gefährlicher Gebirgsbach, die Kamionka. — Beide Flüsse führen viel und grobes Geschiebe, und besteht ihr Inundations-Gebiet aus ödem Gerölle, welches hie und da von höher aufgeschwemmtem und spärlich mit Graswuchs und Wachholdersträuchen bewachsenem Weideland unterbrochen wird, innerhalb dessen sie nach jedem Hochwasser mehr oder weniger ihren Lauf verändern. — Diese unregelmässigen Flussverhältnisse, sowie die Sicherung der Brücke gegen eine etwaige Umgehung bedingten bei Aufrechthaltung einer ökonomischen Durchführung des Baues eine senkrechte Uebersetzung des Flusslaufes und führten demgemäss zu einer umfassenden Regulirung der beiden Flüsse oberhalb der Brücke, deren Lichtweite wohl für den Abfluss der Hochwässer vollständig genügend, jedoch zu gering wäre, um die innerhalb der beiden Hochufer mannigfach gespaltenen Flussarme zu übersetzen.

Nach genauer Erhebung der einschlägigen Daten wurde das vorliegende Project verfasst, genehmigt und den commissionellen Verhandlungen zu Grunde gelegt, worauf es sowohl von Seite der politischen Behörden als auch von den mitinteressirten Gemeinden acceptirt wurde, und unter folgenden Bedingungen zur Ausführung gelangte. Mit Ausnahme der für die Herstellung des am linken Kamienica-Ufers befindlichen Ueberschwemmungs-Dammes nöthigen Grundfläche (Weideland), welche von der Eisenbahn-Unternehmung einzulösen kommt, werden die zur Flussregulirung der beiden Flüsse erforderlichen Grundflächen insoweit unentgeltlich zur Verfügung gestellt, als solche zur Aushebung der neuen regulirten Flussbette und zur Herstellung der Regulirungsbauwerke benöthigt werden; doch soll das gewonnene Aushub-Materiale, mit Ausnahme des von einer factisch eingelösten Fläche von 100^m Länge oberhalb der Brücke, zur Ausfüllung der alten gesperrten Flussarme verwendet werden. — Ebenso verpflichteten sich die Eigenthümer der am rechten Kamionka-Ufer gelegenen Grundstücke, die ausserhalb des projectirten Ueberschwemmungs-Dammes befindlichen, oder etwa durch Verlandung entstehenden Flächen, nach Vorschrift der Strompolizei-Ordnung, mit Weiden zu bepflanzen und im guten Zustande zu erhalten, wogegen ihnen das Eigenthums- und Benützungsrecht darauf vorbehalten bleibt.

Was die Feststellung der Regulirungslinien (siehe Situationsplan) anbelangt, so wurde mit Rücksicht auf die obwaltenden Verhältnisse für die Trace der Kamienica eine Gerade von 80^m senkrecht auf die Brückenachse ge-

wählt, an welche sich mit möglicher Anschmiegung an einen bestandenen Flussarm ein Bogen von einem Radius = 600^m und sodann eine Gerade in der Richtung des Flusslaufes tangential anschliesst. Die Kamionka-Trace war durch den vorspringenden Vorkopf am Ausgange des Kamionka-Thales mehr fixirt, und ergab sich für dieselbe mit Rücksicht auf einen grösseren Drehungswinkel der Bogenanfang im Brückenmittel und ein Radius von 400^m. Da die Regulirung unterhalb der Brücke weniger Wichtigkeit hatte, so wurde die Ausräumung des Flussbettes im Anschlusse an den bisherigen Lauf bloss auf 80^m bewirkt.

Die Normalbreite für die Kamienica wurde mit 30^m, jene für die Kamionka mit 20^m bestimmt, es wurden jedoch vorläufig, um auch den Flüssen einen Theil der Vertiefung und Erbreiterung des neuen stärker abfallenden Flussbettes zu überlassen, unter Berücksichtigung einer baldigen Erreichung des Zweckes, Cunetten von je 20 respective 12^m Sohlenbreite mit einflussigen Seitendossirungen hergestellt.

Zur Vermeidung von grösseren Ablagerungen des Geschiebes vor der Brücke wurde daselbst das Flussgefälle mit 1:109, oberhalb des Spornes hingegen mit 1:170 für die Kamionka und 1:130 für die Kamienica fixirt. Die Leitdämme erhielten 4^m Kronenbreite und 3fussige Dossirungen, welche zur Befestigung gegen den Wellenschlag mit dem gewonnenen Humus angedeckt und mit mehreren Reihen Weidenetzlingen bepflanzt worden sind.

Die wichtigsten Objecte für die Durchführung der Regulirungsbauten, welche im Winter 1875 begonnen und im Laufe des Sommers vollendet wurden, waren die beiden Sperrbuhnen für den Abbau der alten Flussarme bei den Einmündungs-Puncten der Regulirung, ferner die Trennungsbühne an dem Zusammenflusse der beiden Flüsse.

Zur Ermöglichung einer Verlandung des rechten, durch Bruchufer begrenzten Inundations-Gebietes ist die Krone der Sperrbuhnen, der leichteren Coupirungswerke und der Leitdämme unter dem Stande der Sommer-Hochwässer angelegt; — letztere erhielten jedoch gegen die Brücke zu eine successive Ansteigung bis über die Hochwassercote.

Bis zur gänzlichen Verlandung ist zur ungehinderten Abführung der oberhalb austretenden Hochwässer, zwischen den beiden kegelförmig abgeplasterten Vorköpfen der Parallelwerke bei dem Tarnówer Widerlager, ein freier Abflussraum belassen werden, während auf der Leluchower Seite dieselben durch das Mühlbachobject abgeleitet werden; überdies ist flussaufwärts der Fuss des Bahnkörpers durch einen Steinwurf und Abpflasterung, flussabwärts durch zwei Reihen Flechtwerke versichert.

Um die Gewalt der Hochwässer zu brechen und die Verlandung zu beschleunigen, sind mehrere Sperrbuhnen (Coupirungen) normal auf die alten Flussufer und in dieselben mit einer Ansteigung eingreifend hergestellt worden. — Das Separationswerk wurde sofort in seiner definitiven Lage erbaut und ist die Verbindung mit den Cunette-Ausläufen durch sanfte Uebergänge und Steinvorwürfe vermittelt.

Die Regulirungswerke wurden im Interesse der Oekonomie mit geringem Aufwande von Bruchstein und mit möglicher Benützung des an Ort und Stelle sich vorfindenden Geschiebes aufgeführt.

Zu diesem Behufe wurde der Kern der zwei Haupt-Sperrbuhnen aus zwei Reihen Flechtzäunen hergestellt und das dadurch gebildete Kastel, sowie die daran anstossenden Prismen mit Klaubsteinen ausgeworfen, während darauf entweder eine solide 0·30^m starke Abpflasterung aus Bruchsteinen, oder bei einer grösseren Höhe ein Steinwurf mit Abpflasterung zur Anwendung kamen. (Siehe Profile der Regulirung, Wasserbauwerke.)

Im kommenden Herbste werden an Stellen, wo die Erbreiterung des Flussbettes bereits erfolgte, die Ufer flach abgeböscht und angepflanzt, vor Allem jedoch werden diese Arbeiten an den concaven Ufern, welche überdies mit Flechtzäunen gedeckt werden, in Angriff genommen.

Diese Regulierungsarbeiten erheischen:

An Erdbewegung 10.400 ^{kbm} mit einem Kosten-	
aufwande von	5313 fl.
An Steinbauten 3230 ^{kbm} mit einem Kosten-	
aufwande von	7893 fl.
An Flechtwerken 630 Curr.-Meter mit einem	
Kostenaufwande von	341 fl.

zusammen einen Kostenbetrag von 13547 fl. ö. W.

Vergleicht man diese Kosten mit der Ausgabe, welche durch Einschaltung nur Eines Brückenfeldes von weiteren 22·8^m Lichtweite entstehen, und welche sich nach der factischen Ausführung auf 24.660 fl. belaufen, so fällt das Calcul noch bedeutend zu Gunsten der Inangriffnahme der Regulirung, abgesehen davon, dass bei Belassung der Flussverhältnisse diese Lichtweite nicht genügend wäre, während anderseits durch Zuführung von vielen Jochen öden Gerölles zu Culturzwecken ein bleibender Nutzeffect erzielt worden ist.

Es ist überhaupt ein nicht zu unterschätzender Vortheil in dem Systeme des Staats-Eisenbahn-Baues, dass dort, wo wichtige Interessen allgemeiner Natur mit der Herstellung der Bahnanlage Hand in Hand gehen oder sich tangiren, dieselben unter Einem ihre erspriessliche Lösung finden können.

Bemerkungen über Eisenoberbau.

Von

A. Thommen,

vorm. Bau-Inspector der Brennerbahn und kün. ung. Eisenbahnbau-Director.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 27.)

Die Verwaltung der österr. Nordwestbahn hat den Beschluss gefasst, einige Kilometer Eisenoberbau legen und erproben zu lassen.

Man adoptirte das System Hilf, jedoch mit der vom gesellschaftlichen Ober-Inspector Hohenegger vorgeschlagenen, inzwischen von ihm auch veröffentlichten und jedenfalls sehr empfehlenswerthen Modification der Langträger.

Ich habe an der Verwaltung der Nordwestbahn, daher auch an den Berathungen über diesen Gegenstand Theil genommen, nachträglich mich noch weiter mit demselben befasst, und bin dabei auf eine Idee verfallen, die ich hiemit ganz ohne alle Nebenzwecke den Fachgenossen vorzulegen mir erlaube.

Der Hilf-Hohenegger'sche Oberbau zeichnet sich durch Einfachheit, vor Allem aber durch die treffliche Ausbildung des Langträgers in Kastenform aus: behält jedoch die Vignoleschiene in bisher üblicher oder etwas abgeschwächten Dimensionen bei.

Bei der geringen Intensität der Verbindung zwischen Schiene und Träger wird jeder dieser Theile durch die rollende Belastung für sich in Anspruch genommen. Die Schiene wirkt druckvertheilend auf den Träger, dieser auf die Bettung. Der flache Hilfsche Träger ist auch für diese Druckvertheilung construirt und hat die Vignoleschiene zur Voraussetzung.

Nachdem die breitbasige Vignoleschiene conform dem Querschwellen-Oberbau als selbstständiger Träger für eine gewisse Spannweite construirt ist, so scheint in ihrer Verbindung mit einem Langträger ein Widerspruch insoferne zu liegen, als ein Langträger eigentlich den Beruf hat, die Fahrschiene in jedem Punkte zu stützen, also keine freitragende Schiene mehr erfordern soll.

Dieser Beruf des Langträgers kommt nur in den dreitheiligen Systemen zum vollen Ausdruck. Beim aufgegebenen System Hartwich und beim neuern ihm sich nähernden System der Rheinischen Bahn ist die volle Tragkraft in die Fahrschiene verlegt, und deren den Langträger repräsentirende Unterlage bildet eigentlich nur eine Verbreiterung des Schienenfusses. Es ist daher der Hilf-Hohenegger'sche Oberbau ein Mittelsystem, bei welchem Fahrschiene und Langträger zusammen tragen.

Von diesen Belastungs- und Druckvertheilungsfragen soll aber hier abgesehen, von diesem Gesichtspunct aus die Verbindung der Vignoleschiene mit dem Hilfschen Träger nicht besprochen werden. Bestimmtere Momente sprechen gegen diese Verbindung.

Zunächst erwähne ich nur der Vollständigkeit halber die Schwierigkeit der Herstellung der Vignoleschienen und den grossen Materialabfall bei Auswechslungen, der besonders bei Stahlschienen empfindlich wird.

Sodann erfordert die Vignoleschiene auch auf dem Hilf-Hohenegger'schen Träger eine sorgfältige Verlaschung.

Ferner ist ihre Befestigung auf demselben mit einfachen den Schienenfuss indirect fassenden Klemmschrauben doch wohl keine besonders günstige. Wenn über diese Befestigung bis jetzt nichts speciell Nachtheiliges bekannt geworden ist, so kann das in verschiedenen Umständen beruhen. Die Erkenntniss von den tiefer sitzenden Unvollkommenheiten der Schienenannagelung und des Laschenbolzen-Verschlusses ist auch nur allmählig aufgekommen.

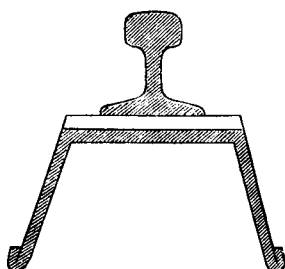
Sehr wünschenswerth schiene mir ferner, den Kastenträger tiefer, als es die Hilf-Hohenegger-Construction gestattet, in den Schotterkörper versenken zu können, so dass er vollständig vom Ballaste umschlossen, und derart besser gegen die Einflüsse der Witterung, insbesondere des Frostes, geschützt ist.

Auch weil selbst bei der sorgfältigsten Bahnerhaltung nicht immer Vollschotterung zu erzielen ist, wäre eine tiefere Einbettung des Trägers besonders in leichtem, sandigem Bettungsmaterial, das bei Stürmen und Schlagregen leicht vertragen wird, von Werth.

Ueber die Einwirkung des Frostes auf Hilf'sche Träger ist, mir wenigstens, bis jetzt nichts Verlässliches bekannt geworden. Dass der Frost sich gar nicht geltend machen sollte, scheint mir fast undenkbar. Zwar wird gar kein Oberbau sich demselben entziehen können, allein seine Einwirkung wird besonders auf Langträger um so schwächer sein, je tiefer diese bei guter Drainirung eingebettet sind.

Es muss auch einige Schwierigkeiten haben, den Fuss der Vignoleschiene dem Langträger satt anzupassen.

< 0.3 — 0.5 m. x 0.1 >



Ich möchte folgenden Vorschlag zur Prüfung empfehlen: Die Oberfläche, wenigstens bei den Hohenegger'schen Trägern, nicht glatt, sondern mit Stegen, von circa 0.005 bis 0.007^m Höhe, circa 0.1^m Länge und der Breite des Trägers zu walzen, die etwa 0.3—0.5^m betragenden Zwischenräume zwischen den Stegen hätte die Vignoleschiene freitragend zu überspannen; ihre Befestigung erfolgte auf den Stegen; zwischen denselben würden auch die Stösse der Fahrschiene schwebend sich anlegen lassen.

Hiedurch könnte ohne Verlust an Stabilität wohl zweierlei erreicht werden:

1. Ein leichteres Anpassen des Schienenfusses an den Träger beim Verlegen des Oberbaues, und damit ein sofortiger satter und doch nicht forcirter Verschluss der Klemmschrauben.

2. Eine wenn auch mässige, so doch für die Fahrzeuge gewiss vortheilhafte Elasticität des Fahrschienen-Gestänges, die wohl bei allen Langträger-Constructions zu wünschen übrig lässt. Füllen sich auch die Ritzen zwischen Schienenfuss und Langschwelle mit Sand, so wird diese Füllung bei den ununterbrochenen Vibrationen des Oberbaues nicht so fest werden, dass sie die kleine Federung der Schiene hindern könnte.

Die früher hervorgehobenen Umstände sind nicht durch den Hilf-Hohenegger'schen Träger, sondern durch die ihm auferlegte Vignoleschiene hervorgerufen.

Wenn die Beibehaltung der Vignoleschiene auch deshalb als ein empfehlender Vorzug des Hilfschen Systems erschien, weil hiedurch die weitere Verwendung des bisherigen Schienenmaterials beim Ersatz unbrauchbar gewordener Schwellen durch solche Eisenträger gewährleistet war, so dürfte dieses Motiv heute nicht mehr volle Geltung haben, besonders da, wo noch Eisenschienen in Verwendung stehen, die man beim Uebergang zum Eisenoberbau wohl ohnedies durch Stahlschienen ersetzen würde.

Man kann vom Querschwellen-Oberbau auch zu einem Langträger-Eisenoberbau mit einer von der Vignoleschiene abweichenden Fahrschiene ohne besondere Schwierigkeiten und ohne Materialverluste übergehen, und die Wahl unter den Eisen-Oberbausystemen von der Rücksicht auf alle Schienen frei halten.

Dass die Trennung des trefflichen Hilf-Hohenegger'schen Kastenträgers von der Vignoleschiene ein nicht unberechtigter Wunsch ist, geht auch aus den jüngsten Arbeiten des Herrn Heusinger v. Waldegg hervor, welcher diesen Träger mit der Brückschiene zu verbinden beantragt. Zweifellos würde hiedurch eine rationelle Verbindung der Fahrschiene mit dem Träger erreicht; dagegen müsste, bei der geringen Tragfähigkeit der Brückschiene, der Hilf'sche Träger wohl verstärkt werden. Auch bliebe die seichte Einbettung desselben unbeboren.

Der Hohenegger'sche Träger dürfte mit der zur Fassung der Brückschiene vorgeschlagenen Mittelrippe etwas schwierig zu walzen sein.

Die dem reinen Langträgerprincip entsprechendst geformte Fahrschiene findet sich bis jetzt bei den dreitheiligen Oberbausystemen vorgeschlagen. Und wie unter den zweitheiligen Oberbauten die Hilf-Hohenegger'schen, so stehen unter den dreitheiligen die Scheffler-Dälen'schen Anordnungen wohl in erster Linie.

Hier ist nun die Vignoleschiene durch eine für continuirliche Unterstützung bemessene, schwächer dimensionirte, daher aus bestem Materiale im besten Walzprocesse und in grossen Längen herstellbare Fahrschiene ersetzt. Dagegen besteht der Langträger statt wie bei Hilf-Hohenegger aus einem Kasten, nur aus einer Verbindung zweier flach dem Ballast aufsitzender Winkelleisen. Es fehlt daher die dichte Einbettung, der Schotterkern im Träger.

Dessenungeachtet lauten die Berichte über die Scheffler-Dälen'schen Anordnungen günstig. Es wird zwar behauptet, dass sie nur in geraden Strecken erprobt worden seien, und dass es fraglich sei, ob sie sich für scharfe Krümmungen würden biegen lassen. Nachdem man schwere Stahl-Vignoleschienen für Radien von 180^m Halbmesser biegen kann, so scheint mir die Biegung der leichteren Scheffler-Dälen'schen Winkelträger auch keine sonderlichen Schwierigkeiten zu bereiten; fraglicher dagegen ist es, ob das gut gekrümmte Gestänge im Schotterbette ruhig und fest liegen bleibt. Da gerade machte sich mir die Ansicht geltend, es sollte sich die Scheffler-Dälen'sche Fahrschienen-Anordnung mit der Hilf-Hohenegger'schen Kastenträger-Anordnung zu einem neuen Ganzen vereinigen lassen können.

Durch eine solche Vereinigung der hervorragenden Elemente zweier erprobter Constructions würde den wichtigsten Anforderungen voll entsprochen, die an einen Eisenoberbau in Beziehung auf Sicherheit und Solidität gestellt werden müssen: Man erhält einen kräftigen, kastenförmigen, tief sitzenden, gegen die Einflüsse der Witterung so gut als möglich geschützten Langträger, mit leicht dimensionirter, aber deshalb vorzüglich hergestellter und ganz solid in den Langträger eingesetzter Fahrschiene.

Wird eine solche Verbindung aber praktisch ausführbar sein? Ich habe auf alle Gefahren hin den Versuch gemacht, in den Fig. 1—7 auf Blatt Nr. 27 eine derartige Combination anzudeuten.

Ich bemerke vor Allem, dass es nur lineare Skizzen sind, behalte mir aber vor, eventuell noch wirkliche Constructionszeichnungen nachzuliefern.

Zur Erläuterung mögen folgende kurze Bemerkungen dienen:

1. Der Langträger besteht wie der Scheffler-Dälensche Träger aus zwei Winkelleisen: es sind jedoch die unteren Auflageflanschen verlängert und nochmals abgebogen und bilden derart den Hilfskasten an Stelle der platten Auflagerung.

2. Ferner sind die beiden Seitentheile des Langträgers nicht mit der Fahrschiene zu einem dreitheiligen Ganzen verbunden gedacht, zu dessen Zusammenhalt also die Fahrschiene mitwirkt, sondern es ist angenommen, dass die beiden Trägertheile vor Ablieferung zur Verwendungsstelle durch Einnietung von Bundblechen (Fig. 1 linke Hälfte) oder Winkelleisen (Fig. 1 rechte Hälfte), eventuell auch durch eine die verticalen Flanschen über den Lagerflanschen fassende Bolzen- oder Nietreihe zu einem einheitlichen Träger verbunden werden, welcher die Fahrschiene erst nach der Verlegung aufnimmt. Bei der Art der Inanspruchnahme des Langträgers ist keine grosse Zahl von Bundblechen und Nieten erforderlich. Für Curven werden die einzelnen Seitenstücke erst gebogen und dann vernietet; was allerdings eine etwas sorgfältige Behandlung voraussetzt.

Nach diesem Vorschlag erscheint die Anordnung als eine zweitheilige, nur mit einem aus zwei Stücken fest componirten Träger.

3. Die beiden Seitentheile eines Trägers können (Fig. 6 und 7) verschränkt, also auf versetzte Stösse, oder auf gleiche Länge (Fig. 4 und 5) vernietet werden, wobei die einzelnen Träger unter derselben Fahrschiene stumpf aneinander stossen.

Ich halte letztere Anordnung der Einfachheit wegen für empfehlenswerth, nachdem durch Einziehung von Bundblechen, durch Unterzüge (Fig. 3), wie durch constructiv gut anzuordnende Oberlaschen (Fig. 2) eine sehr solide Stossverkopplung hergestellt werden kann.

Es können sodann die Stösse je zweier paralleler Träger symmetrisch oder verschränkt eingetheilt werden.

Dass die Stossverbindungen mit Schrauben und nicht mit Nieten herzustellen sind, bedarf keiner Erörterung.

Als Querverbindungen sind Unterzüge unter den Stössen, Winkelleisen oder Spurbolzen zulässig. Ich bin der Meinung, dass die immer schwierig anbringlichen Unterzüge auch bei stumpfen Stössen entbehrlich sind.

4. Die Fahrschiene kann mit birnförmigem Querschnitt und dann mit parallelen oder schrägen Stegwänden, sie kann auch nach System Dälens hergestellt werden. Immer lässt sie sich stehend, also mit starker Pressung der Lauffläche und in grossen Längen aus bestem Material walzen.

Nachdem sie nicht zur Verbindung der Langträgertheile zu einem Ganzen in Anspruch genommen wird, vielmehr in einen für sich bestehenden fest verbundenen Lang-

träger eingelegt und nur als Fahrschiene in Anspruch genommen wird, so bedarf sie auch nur einer leichten Befestigung am Langträger, sei es durch einige Keil- oder gewöhnliche Bolzen, sei es durch einige Nieten, die selbstverständlich in geschlitzten Löchern sitzen. Die Stösse der Fahrschienen lassen sich beliebig theilen, eine separate Verlaschung derselben fällt natürlich weg.

5. Die vorgeschlagenen Langträger sind kräftig genug zur freien Ueberspannung sogenannter offener Durchlässe von geringer Lichtweite. Durch leicht einsetzbare Verstärkungen werden sie auch für Ueberspannung etwas grösserer Lichtweiten geeignet.

6. Der Anschluss an Geleisestrecken mit Querschwellen-Oberbau lässt sich derart bewerkstelligen, dass der Fuss der anstossenden Vignoleschiene auf gewisse nach der Theilung sich ergebende Längen abgehauen und der verbleibende Obertheil derselben nach entsprechender Zurichtung in den Langträger eingeschoben wird.

In der Detailanordnung des vorgeschlagenen Trägers sind verschiedene Variationen zulässig. So dürfte die untere kleine Horizontalflansche an Träger und Bundblechen oder wenigstens an letzteren allein, wie bei Fig. 1 und 2 in Varianten angedeutet ist, namentlich dann entfallen, wenn man auch auf die Untersätze unter den Stössen verzichtet. Ebenso könnten die Flanschen und Stege geneigt statt vertical, resp. horizontal, angenommen werden. Auf derartige Details kommt es zunächst nicht an; sondern nur auf die Prüfung des Gedankens, die wirkungsvollsten Elemente zweier verschiedener Constructionen zu einem neuen Ganzen zu verbinden.

Ich gestehe übrigens, dass mir die Vortheile der schräg gestellten Seitenwände (Hohenegger'sche Langträger, Vautherin-Querschwellen) nicht ganz zweifellos erscheinen.

Sie sollen einen Schotterkeil schaffen, auf welchen sich die Schwelle fest aufsetzt. Das mag wohl theilweise erreicht werden, allein ebenso oft wird in Folge dieses entstehenden Keiles die Schwelle hohl sitzen.

Die von mir skizzirten Langträger erfordern, was sehr wünschenswerth ist, nicht mehr Eisensorten als andere Langträger, nämlich:

Ein Profil Langträger-eisen.

Ein Profil Bundblech, nach welchem auch die Unterzüge unter die Stösse herzustellen wären, falls man solche anordnet.

Eine Sorte beliebiger Commerz-Winkel- oder Rund-eisen für die oberen Querverbindungen.

Lässt man die Unterzüge weg, so wird noch eine Sorte Winkellaschen erforderlich.

Endlich Nieten und Bolzen zu den Verbindungen.

Die Eisenträger sind namentlich in den verticalen Stegen mit den geringsten Wandstärken hinzustellen. Die angedeutete Anordnung würde daher gegen Scheffler-Dälens nur eine sehr geringe Gewichtszunahme zeigen.

Ich verkenne aber nicht, dass diese kleine Zunahme im Zusammenhange mit der Herstellung des Trägers durch Vernietung die Kosten desselben etwas erhöhen dürfte.

Ich verkenne ferner nicht, dass auch die Biegung solcher Träger für scharfe Curven einige Schwierigkeiten bereitet.

Allein die zweifellosen Vortheile der Zulassung leichter Fahrschienen von der besten Beschaffenheit, der soliden Einsetzung dieser Fahrschienen in die Langträger, der hohen Tragfähigkeit dieser Träger, ihrer tiefen, namentlich bei sandigem Materiale vorteilhaften Einbettung und der Anwendung der Hilfschen Kastenform sind doch so berücksichtigenswerth, dass ich meinte, wenigstens die Frage aufwerfen zu dürfen, ob nicht auf diesem Wege ein sehr solider und richtig angeordneter Eisenoberbau sich herstellen liesse, namentlich für Flachlandbahnen mit günstigen Richtungsverhältnissen und starkem Verkehr.

Eisenoberbau wird wohl noch auf längere Zeit nur für Linien mit starkem und namentlich mit beschleunigtem Verkehr angemessen sein; solche Bahnen dürfen aber die Vortheile des Eisenoberbaues nicht in möglichst geringen Anlagekosten suchen; solche Bahnen erfordern bei der unberechenbar brutalen Weise, in welcher die Geleise in Anspruch genommen werden, vor allen die solidesten am wenigsten Erhaltung beanspruchenden Constructionen, und diese werden wohl schliesslich auch die billigsten sein.

Kommt man einmal so weit, auch für Bahnen mit mässigem und namentlich mit wenig beschleunigtem Verkehr Eisenoberbau vorteilhaft zu finden, so wird diesem Verkehr auch ein ähnliches, jedoch leichteres und in der ersten Ausführung billigeres Oberbausystem sich anpassen lassen.

Von den Stuben-Öfen.

Von
Abt. Zwillingner,
Ingenieur in Wien.
(Fortsetzung.)

Tabelle I a)

mittelst welcher berechnet werden kann, welche Anzahl Kub.-Fuss (k^{bm}) der erwärmten Zimmerluft durch einen □ Fuss (□^m) der abkühlenden Fläche um die Temperaturdifferenz der inneren und äusseren Luft in einer Minute erkältet werden, vorausgesetzt, dass die Wände durch frühere Heizung schon die entsprechende Erwärmung erhalten haben.

1 Quadr.-Fuss (0.090 □ ^m):	Kub.-Fuss	Kub.-Meter
Fensterglasfläche	0.300	(0.09)
eiserner Fensterrahmen	0.051	(0.0153)
Thüren 1" (0.026 ^m) dick	0.017	(0.0051)
Wand von gebrannten Steinen u. Holz, wenn sie nach aussen gehen, 6" (0.158 ^m) dick; 0.011		(0.0033)
dieselben an ungeheizte Räume anstossend; 0.004		(0.0012)
Wand von Bruchsteinen 2' (0.632 ^m) dick wenn sie nach aussen gehen	0.0063	(0.00189)
dieselben an ungeheizte Zimmer oder Gänge stossend, 18" (0.474 ^m) dick	0.0028	(0.00084)
Wand von gebrannten Steinen unter gleichen Bedingungen 12" (0.316 ^m) dick; 0.0018		(0.00034)
Fussboden und Decke 10" (0.263 ^m) dick, wenn sie zu einem dem freien Luftzuge ausgesetzten Orte führen	0.0063	(0.00189)
dieselben, wenn sie an ungeheizte aber geschlossene Räume grenzen	0.0021	(0.00063)

für die durch die Ritzen sorgfältig geschlossener Thüren und Fenster eindringende äussere Luft kann ein Wärmeverlust von 2 bis 3 K.-F. (0.0632—0.0947^{k^{bm}}) für jedes Fenster gewöhnlicher Grösse und von 3 bis 4 K.-F. (0.0947—0.1263^{k^{bm}}) für jede Thür per eine Minute gerechnet werden.

Tabelle I b)

Leitungs-Coëfficienten für verticale Flächen.

Metrisches Maass. $L = 0.3175 + \frac{0.209}{\sqrt{h}}$ per Stunde und 1 □'.

$\frac{h}{\text{Fuss}}$	L	$\frac{h}{\text{Fuss}}$	L	$\frac{h}{\text{Fuss}}$	L	$\frac{h}{\text{Fuss}}$	L	$\frac{h}{\text{Fuss}}$	L
1/2	0.6131	11 1/2	0.3792	27	0.3577	51	0.3468	76	0.3415
1	0.5265	12	0.3778	28	0.3570	52	0.3465	77	0.3413
1 1/2	0.4881	12 1/2	0.3766	29	0.3563	53	0.3462	78	0.3411
2	0.4653	13	0.3755	30	0.3557	54	0.3459	79	0.3410
2 1/2	0.4497	13 1/2	0.3744	31	0.3550	55	0.3457	80	0.3408
3	0.4383	14	0.3735	32	0.3544	56	0.3455	81	0.3407
3 1/2	0.4292	14 1/2	0.3724	33	0.3539	57	0.3452	82	0.3406
4	0.4220	15	0.3715	34	0.3533	58	0.3449	83	0.3404
4 1/2	0.4160	15 1/2	0.3706	35	0.3528	59	0.3447	84	0.3403
5	0.4119	16	0.3697	36	0.3523	60	0.3445	85	0.3402
5 1/2	0.4066	16 1/2	0.3690	37	0.3519	61	0.3443	86	0.3400
6	0.4028	17	0.3682	38	0.3514	62	0.3440	87	0.3399
6 1/2	0.3995	17 1/2	0.3675	39	0.3510	63	0.3438	88	0.3398
7	0.3965	18	0.3668	40	0.3505	64	0.3436	89	0.3397
7 1/2	0.3938	18 1/2	0.3661	41	0.3503	65	0.3434	90	0.3395
8	0.3914	19	0.3654	42	0.3497	66	0.3432	91	0.3394
8 1/2	0.3892	19 1/2	0.3648	43	0.3494	67	0.3430	92	0.3393
9	0.3872	20	0.3642	44	0.3490	68	0.3428	93	0.3392
9 1/2	0.3853	21	0.3631	45	0.3487	69	0.3427	94	0.3391
10	0.3836	22	0.3621	46	0.3483	70	0.3425	95	0.3389
10 1/2	1.3820	23	0.3611	47	0.3480	71	0.3423	96	0.3388
11	0.3805	24	0.3602	48	0.3477	72	0.3421	97	0.3387
		25	0.3593	49	0.3474	73	0.3420	98	0.3386
		26	0.3585	50	0.3471	74	0.3418	99	0.3385
						75	0.3416	100	0.3384

Transmissions-Formeln

für dicke Wände.

$$V = \frac{(S + L) \times (t \pm t'')}{1 + (S + L) \frac{e}{C}}$$

$$V = \frac{(S + L) \times (t \pm t'')}{1 + (S + L) \times \left(\frac{e}{C} + \frac{e'}{C'} + \frac{e''}{C''} + \frac{e'''}{C'''} + \dots \right)}$$

S = Strahlungs-Coëfficienten.

L = Leitungs-Coëfficienten.

e = Dicke oder Stärke der Mauer.

C = Leitungs-Coëfficient der festen Körper.

Transmissions-Formel

für Glasscheiben.

Mittlere Temperatur der Glasscheibe:

$$t = \frac{t \pm t''}{2}$$

Transmission:

$$V = \frac{t \pm t''}{2} \times (S + L).$$

Mittlere Temperatur der Glasscheibe:

$$t' = \frac{L t + (S + L) t''}{2 L + S}$$

Transmission:

$$V = (S + L) \frac{L (t \pm t'')}{2 L + S};$$

Transmission von Doppelfenstern:

$$V' = \frac{v}{2} \text{ nahezu.}$$

Leitungs-Vermögen fester Körper für die Wärme.

Coefficienten per 1 Kub.-Fuss und 1 Stunde für $t - t' = 1^\circ \text{C.}$

	C =
Kupfer	38.4
Eisen	17.4
Zink	16.8
Lias-Bausteine, grobkörnig	0.792
" " "	0.762
Gebrannte Erde, Ziegeln	0.414
" " "	0.306
Tannenholzfasern über Hirn	0.0558
" " parallel	0.102
Nussbaumfasern über Hirn	0.0618
" " parallel	0.1044
Eichenholzfasern über Hirn	0.1266
Glas	0.450

Für Strahlungs-Vermögen fester Körper = S.

Coefficienten per \square' und per Stunde.

Namen der Körper:

Gusseisen, alt und oxydirt	0.6044
" neu	0.5708
Eisenblech, etwas oxydirt	0.6044

Eisenblech, gewöhnliches	0.4926
" verbleites	0.1170
" polirt	0.0810
Zinn	0.0387
Zink	0.0432
Kupfer	0.0288
Goldpapier	0.0414
Messing, polirt	0.0432
Silberpapier	0.0756
Silber, polirt	0.0234
Glas	0.5238
Kreide, gepulvert	0.5976
Weissblech	0.0400
Holzstaub	0.6354
Kohlenpulver	0.6156
Sand, feiner	0.6516
Oelfarbe-Anstrich	0.6678
Papier	0.6787
Kienruss	0.7218
Bausteine	0.6480
Gyps	0.6480
Holz	0.6480
Wollene Stoffe	0.6624
Calicot	0.6570
Seidenstoffe	0.6678
Wasser	0.9558
Oel	1.3032

Die Farben von Geweben oder Papier sind ohne Einfluss.

Tabelle II.

Vollkommene Verbrennung mit Luftüberschuss. Wärmeproduction und erreichbare Temperaturen aus verschiedenen Brennstoffen.

Für Meter-Maasse.

Brennstoffe je 1 Kilo	Anzahl der Kilo Wasser, welche durch 1 Kilo Brennstoff von 0° auf 80° R. erwärmt werden	Anzahl der Kilo Wasser von 80° R., welche durch 1 Kilo Brennstoff ver- dampft werden	Kleinste Luftmenge		Grösste Luftmenge in Kilogramm	Wärme- production W. E.	Temperatur Grad C.
			in Kub.-Mtr. bei 0° C.	in Kilogr.			
Vollkommen trockenes Holz . .	35.00	6.36	4.70	6.07	12.14	3878	1140
Lufttrockenes Holz, 20% Wasser	26.00	4.72	3.60	4.65	9.30	2991	1104
Vollkommen trockener Torf . .	40.50	7.36	5.64	7.29	14.58	4498	1195
Gewöhnlicher Torf, 20% Wasser	31.40	5.70	4.51	5.83	11.66	3481	1136
Torfkohle, 20% Asche	57.76	10.50	7.10	9.18	18.36	6600	1200
Mittlere Steinkohle	60.00	10.90	8.35	10.80	21.60	7487	1287
Coks mit 15% Asche	50.76	9.21	7.50	9.70	19.40	6250	1253
Lignite, wasserleer	48.30	8.78	7.21	8.145	16.29	5360	1237
" 20% Wasser	36.85	6.70	5.90	6.605	13.21	4183	1188

Für Fuss - Maass.

Brennstoffe je 1 Pfund	Anzahl der Pfunde Wasser, welche durch 1 Pfd. Brennstoff von 0° auf 80° R. erwärmt werden	Anzahl der Pfunde Wasser von 80° R., welche durch 1 Pfd. Brennstoff verdampft werden	Gewicht der atmosphärischen Luft von 0° R., welche zur Ver- brennung von 1 Pfd. des Brenn- stoffes nöthig ist, in Pfunden		Kubik-Fuss	Wärme- production W. E.	Temperatur Grad C.
			einfache	doppelte			
Vollkommen trockenes Holz . .	35.00	6.36	6.414	12.828	180.4	3878	1140
Lufttrockenes Holz, 20% Wasser	26.00	4.72	5.103	10.206	145.1	2991	1104
Vollkommen trockener Torf . .	40.50	7.36	7.079	14.158	199.1	4498	1195
Gewöhnlicher Torf, 20% Wasser	31.40	5.70	5.752	11.504	163.4	3481	1136
Torfkohle, 20% Asche	57.76	10.50	9.180	18.360	285.3	6600	1200
Mittlere Steinkohle	60.00	10.90	10.976	21.952	305.4	7487	1287
Coks mit 15% Asche	50.76	9.21	9.779	19.558	268.8	6250	1253
" " 10% "	63.00	11.45	10.643	21.286	276.8	6800	1273
Lignite, wasserleer	48.30	8.78	8.145	16.290	228.3	5360	1237
" 20% Wasser	36.85	6.70	6.605	13.210	186.9	4183	1188

Tabelle III

zur Bestimmung des Querschnittes von Schornsteinen.

Kubischer Inhalt der Räume	Das in einer Stunde ein- und abzufüh- rende Luftquantum	Schornstein				Aufsatzkappe			
		Quer- schnitt	rechtwinklig im Querschnitt		Durchmesser des Cylinders	Quer- schnitt	rechtwinklig im Querschnitt		Durchmesser des Cylinders
			Breite	Länge			Breite	Länge	
K.-M.	K.-M.	Q.-M.	M.	M.	M.	Q.-M.	M.	M.	M.
100	500	0.0925	0.25	0.37	0.27	0.0462	0.14	0.33	0.19
120	600	0.1110	0.30	0.37	0.30	0.0555	0.15	0.37	0.21
150	750	0.1388	0.30	0.46	0.33	0.0694	0.20	0.35	0.23
180	900	0.1666	0.30	0.55	0.37	0.0838	0.20	0.41	0.26
220	1100	0.2030	0.35	0.58	0.40	0.1018	0.20	0.50	0.28
260	1300	0.2406	0.40	0.60	0.44	0.1203	0.20	0.60	0.31
300	1500	0.2776	0.40	0.66	0.47	0.1388	0.23	0.60	0.33

Tabelle IVzur Bestimmung der Querschnitte für Mantelumlüftung oder Vorwär-
kammern.

Kubik-Inhalt der zu heizenden Räume	Volumen der in einer Stunde auszutau- schenden Luft	Querschnitt des Schornsteines	Querschnitt des Schornstein- Aufsatzes	Totaler Quer- schnitt der Vorwärme- kammer
K.-M.	K.-M.	Q.-M.	Q.-M.	Q.-M.
100	500	0.050	0.025	0.140
120	600	0.060	0.030	0.168
150	750	0.075	0.038	0.210
180	900	0.090	0.045	0.252
220	1100	0.110	0.055	0.308
260	1300	0.130	0.065	0.364
300	1500	0.150	0.075	0.420

Tabelle V.für die Geschwindigkeit der Luft in Zugessen verschiedener Höhe bei einer Temperaturdifferenz von 2° bis 100°. Abzüglich aller Reibung bei
gegebener Höhe und bei gegebenem Temperaturunterschiede zwischen innen und aussen.

Höhe	2° C.	4° C.	6° C.	8° C.	10° C.	12° C.	14° C.	16° C.	18° C.	20° C.	30° C.	40° C.	50° C.	60° C.	70° C.	80° C.	90° C.	100° C.
in Meter																		
5	0.349	0.492	0.600	0.691	0.769	0.839	0.902	0.961	1.015	1.066	1.279	1.445	1.579	1.689	1.777	1.852	1.910	1.958
10	0.494	0.697	0.850	0.978	1.089	1.189	1.279	1.372	1.439	1.510	1.811	2.046	2.237	2.392	2.518	2.624	2.707	2.774
15	0.606	0.854	1.042	1.199	1.335	1.457	1.567	1.669	1.763	1.851	2.220	2.508	2.741	2.932	3.086	3.216	3.317	3.400
20	0.699	0.985	1.202	1.384	1.540	1.681	1.808	1.926	2.034	2.136	2.562	2.894	3.163	3.383	3.559	3.711	3.828	3.923
25	0.781	1.101	1.343	1.545	1.721	1.878	2.020	2.151	2.272	2.386	2.861	3.233	3.533	3.779	3.977	4.145	4.276	4.382
30	0.857	1.208	1.474	1.696	1.889	2.062	2.217	2.362	2.494	2.619	3.141	3.548	3.878	4.148	4.366	4.550	4.693	4.811

Tabelle VIzur Classification der Heizapparate vom Standpunkte ihres calorischen
Nutzeffectes.

Bezeichnung der Apparate	Nutzeffect	Bemerkungen
Gewöhnliche Cheminées.....	0.10—0.12	Sie bewirken die Entfernung der schlechten Luft, ohne direct frische Luft zuzuführen. Die Heizung ist der Gesundheit zuträglich.
Cheminées mit Lufterneuerung ..	0.33—0.35	Sie bewirken die Entfernung der schlechten Luft und führen mässig erwärmte frische Luft ein. Diese Methode ist der Gesundheit zuträglich.
Gewöhnliche Gusseiserne/Kohle .	0.90	Führen nur sehr wenig schlechte Luft ab, daher der Gesundheit nicht zuträglich.
Oefen ohne Luftcirculation { geheizt mit Coaks .	0.83	
{ Irdene Oefen mit Holz geheizt	0.87	
Oefen aus Schmied- eisen mit Circula- tion von Luft, die dem Zimmer ent- nommen oder von Aussen eingeleitet wird	0.68	Sie bewirken nur eine ungenügende Entfernung der verdorbenen Luft, und bringen die eingeführte auf eine zu hohe Temperatur.
{ Die Schmelz- { Ofen von Paris, { Ofen mit { verticalen Cir- { culations- { Röhren, Sys- { tem Chaus- { senot	0.93	Diese Heizung ist sehr ungesund, wenn die Röhren aus Gusseisen sind und durch d. Feuerraum gehen.

Bezeichnung der Apparate	Nutzeffect	Bemerkungen
Calorifères mit cir- culirenden Rauch- röhren { horizontale .	0.63	Diese können keine directe und genügende Evacuation der schlechten Luft bewirken, und erzeugen im Allgemeinen eine übermässig erhitzte Luft. Allein durch gewisse Vorrichtungen kann dem abgeholfen werden, so dass die Luft nur auf 30—40° erwärmt wird. Eine ungesunde Heizung, wenn sie nicht mit einer Ventilation in Verbindung gebracht ist.
{ verticale	0.80	
Warmwasser- heizung { Wenn genug Röh- { ren und Wasseröfen { mit der nöthigen { Heizfläche vorhan- { den sind, so wie es { die Theorie erfordert	0.65—0.75	Sie eignet sich in allen Fällen zur Einrichtung einer Ventilation durch Lockcamine.
{ Wenn der Heiz- { kessel sammt Heiz- { raum und alle Oefen { oder Circulations- { Röhren in jenen { Räumen sich befin- { den, die geheizt { werden sollen.....	0.85—0.90	

Tabelle VII

zur Berechnung des Wärmebedarfes bei ausserordentlicher weniger lange andauernder Kälte durch längere und öfter wiederholte Feuerung dem Mehrbedarf entsprechen zu können, wenn die mittlere Temperatur des kältesten Monates im Winter in Anschlag gebracht wird.

Orte	Nördliche Breite Grade	Länge Oe. oder W. von Paris Grade	Höhe über dem Meere in Meter	Mittlere Winter-Temperatur	Mittlere Temp. des kältesten Monates
Augsburg	48.32	8.34	960.534	— 0.7	— 3.8
Bern.....	46.57	5.6	1139.46	— 0.9	— 2.8
St. Bernhard..	45.50	4.45	9426.41	— 7.8	— 8.7
Berlin	52.31	11.3	70.31	— 0.75	— 2.75
Bordeaux.....	44.50	2.55	—	+ 6.1	+ 5
Breslau	51.6	14.42	273.09	— 1.0	— 1.5
Brüssel.....	50.51	2.2	109.86	+ 2.5	+ 1.2
Copenhagen...	55.41	10.14	—	— 0.4	— 1.4
Constantinopel	41	26.39	—	+ 4.8	—
Danzig	54.21	16.18	—	— 1.2	— 2.6
Dresden	51.3	11.24	235.42	— 0.4	— 2.0
Dublin.....	53.23	8.41	—	+ 4.6	+ 4.3
Edinburg.....	55.57	5.32	171.39	+ 3.6	+ 2.9
Florenz.....	43.47	8.55	125.56	+ 6.8	+ 5.3
Frankfurt a. M.	50.7	6.21	229.15	+ 1.2	— 0.4
Freiburg	50.55	11.0	784.75	— 1.7	— 3.2
Fulda.....	50.34	7.24	533.63	— 2.6	— 3.5
Gallen, St.	47.26	7.2	—	0	— 1.7
Genf.....	46.12	3.49	772.19	+ 1.2	— 0.4
Gotha.....	50.57	8.23	731.38	— 1.3	— 3.2
Göttingen	51.32	7.36	256.77	+ 0.6	—
Haarlem	52.23	2.18	—	+ 2.8	+ 1
Halle.....	51.31	9.37	216.59	0	— 2.3
Hamburg.....	53.33	7.38	—	+ 0.3	— 1.3
Innsbruck.....	47.16	9.4	1023.31	— 1.9	— 3.8
Königsberg ...	54.43	18.10	—	— 3.3	— 4.2
Leyden	52.10	2.9	—	+ 2.4	+ 1.2
Lissabon	38.42	11.29	169.50	+ 11.3	+ 11.2
London	51.31	2.26	—	+ 4.2	+ 3
Madrid.....	40.25	6.2	1290.13	+ 5.6	—
Manchester ...	53.29	4.35	91.03	+ 2.8	— 2.1
Mannheim.....	49.29	6.8	178.92	+ 1.5	+ 0.9
Marseille.....	43.18	3.2	87.89	+ 6.9	+ 5.2
Moskau	55.45	35.18	284.39	— 10.3	— 10.6
München	48.9	9.14	1023.31	— 0.4	— 1.5
Neapel.....	40.51	11.55	106.73	+ 9.9	+ 9
Paris	48.50	0	125.56	+ 3.3	+ 1.8
Petersburg ...	59.56	27.59	—	— 8.4	— 10.3
Prag.....	50.5	12.6	373.54	— 0.4	— 2.4
Rom.....	41.54	10.8	106.73	+ 8.1	+ 7.2
Strassburg....	48.35	5.25	285.65	+ 1.1	— 0.4
Trier	49.46	4.18	304.48	+ 1.9	0
Tübingen.....	48.31	6.43	643.49	— 0.2	— 2.2
Venedig.....	45.26	10	—	+ 3.3	+ 1.8
Warschau	52.13	18.42	235.42	— 2.5	— 4.0
Wien	48.13	14.3	304.48	+ 0.2	— 1.6
Würzburg	49.48	7.36	334.62	+ 1.6	— 0.9

Tabelle VIII

zur Anlegung der Züge (resp. Feuerkanäle).

1.	2.	3.	4.	5.
Rostgrösse	Brücken- öffnung	Feuerkanal	Seitenzug	Ungeth. Zug
Quadratinhalt in Meter				
0.09993	0.024984	0.037470	0.019017	0.031225
0.12491	0.026372	0.039552	0.019432	0.033308
0.14989	0.027756	0.041635	0.020817	0.034695
0.27480	0.030225	0.047196	0.024290	0.040940
0.19985	0.034965	0.052054	0.027756	0.046491
0.22483	0.037470	0.056218	0.030532	0.050636
0.24981	0.040246	0.060382	0.033308	0.055512
0.27479	0.043022	0.064546	0.035390	0.058964
0.29978	0.045798	0.066628	0.038034	0.062951
0.32476	0.047866	0.072873	0.040116	0.066421
0.34974	0.050636	0.077037	0.041634	0.069891
0.37472	0.053412	0.081201	0.043716	0.073361
0.39970	0.056188	0.085365	0.045104	0.074942
0.42468	0.058964	0.089259	0.046492	0.077718

1.	2.	3.	4.	5.
Rostgrösse	Brücken- öffnung	Feuerkanal	Seitenzug	Ungeth. Zug
Quadratinhalt in Meter				
0.44966	0.062951	0.093693	0.047880	0.079800
0.47464	0.065727	0.097857	0.049268	0.081882
0.49963	0.068503	0.102021	0.050656	0.083964
0.52461	0.071472	0.107572	0.052044	0.086046
0.54959	0.074942	0.112430	0.053432	0.088822
0.57457	0.078412	0.117981	0.054820	0.091598
0.59956	0.081882	0.122839	0.056208	0.093680
0.62454	0.085352	0.127697	0.057596	0.095762
0.64952	0.088822	0.132248	0.058984	0.097844
0.67450	0.092292	0.138780	0.060372	0.100620
0.69948	0.095762	0.142250	0.061760	0.103396
0.72446	0.099232	0.147108	0.063148	0.105478
0.74944	0.102702	0.152659	0.064536	0.106560
0.77442	0.106172	0.158210	0.065924	0.109316
0.79941	0.109642	0.163761	0.067312	0.111418
0.82439	0.113112	0.168619	0.068700	0.113500
0.84937	0.116582	0.173477	0.070088	0.116276
0.87435	0.120052	0.179028	0.071476	0.119052
0.89934	0.123522	0.183886	0.072864	0.121828
0.92432	0.126992	0.188744	0.074252	0.123910
0.94930	0.128380	0.194295	0.075640	0.126686
0.97428	0.133931	0.199846	0.077028	0.128768
0.99926	0.134401	0.204704	0.088416	0.130850
1.02424	0.140871	0.209562	0.089804	0.133626
1.04922	0.144341	0.215113	0.091194	0.135708
1.07420	0.147811	0.221654	0.092582	0.135790
1.09919	0.151281	0.227235	0.093360	0.138566
1.12417	0.154741	0.232063	0.095348	0.140648
1.14915	0.158221	0.237614	0.096736	0.142730
1.17413	0.161691	0.242472	0.098124	0.144812
1.19912	0.165161	0.248023	0.099515	0.147588
1.22410	0.168631	0.252881	0.100900	0.149670
1.24908	0.172101	0.257739	0.102288	0.151752
1.27406	0.175571	0.263290	0.103676	0.154528
1.29904	0.178347	0.267454	0.105064	0.156610
1.32402	0.181123	0.271618	0.106452	0.158692
1.34900	0.183899	0.275782	0.107840	0.160774
1.37398	0.186675	0.279946	0.109228	0.163550
1.39896	0.189451	0.284110	0.110616	0.165632
1.42394	0.192227	0.288274	0.112004	0.168408
1.44892	0.195003	0.292438	0.113392	0.170490
1.47390	0.197779	0.296602	0.114780	0.173266
1.49888	0.200555	0.300766	0.116168	0.175348
1.52387	0.203331	0.304930	0.117556	0.178124
1.54885	0.206107	0.309094	0.118944	0.180206
1.57383	0.208883	0.313258	0.119332	0.182288
1.59882	0.210965	0.316034	0.120720	0.182370
1.62380	0.213047	0.319504	0.122108	0.184452
1.64878	0.215129	0.322280	0.123496	0.187228
1.67376	0.217211	0.325750	0.124884	0.189310
1.69874	0.219293	0.328526	0.126272	0.191392
1.72372	0.221375	0.331196	0.127660	0.194168
1.74870	0.223457	0.335466	0.129048	0.196250
1.77368	0.225539	0.338242	0.130436	0.198332
1.79867	0.227621	0.341018	0.131824	0.201108
1.82365	0.229009	0.343100	0.133212	0.203190
1.84863	0.231785	0.345876	0.134600	0.205272
1.87361	0.233867	0.350734	0.135988	0.208078
1.89860	0.235949	0.353510	0.136976	0.210160
1.92358	0.238131	0.356286	0.137764	0.212242
1.94856	0.240213	0.359062	0.139152	0.215018
1.97354	0.242295	0.362532	0.140540	0.215100
1.99852	0.243685	0.365308	0.148928	0.217182
2.02350	0.245073	0.368084	0.143316	0.219958
2.04848	0.246462	0.370166	0.144704	0.222040
2.07346	0.248543	0.372942	0.145092	0.224816
2.09845	0.250625	0.375718	0.147174	0.228286
3.12343	0.252013	0.377800	0.149256	0.231756
2.14841	0.253401	0.380576	9.150644	0.233838
2.17339	0.254789	0.382658	0.152032	0.236614
2.19837	0.256177	0.384740	0.153420	0.238696
2.22335	0.257565	0.386822	0.154808	0.241472
2.24833	0.258953	0.388904	0.156890	0.244248
2.27331	0.260341	0.390986	0.158278	0.247024
2.29830	0.261729	0.393068	0.159666	0.249800
2.32328	0.263117	0.394456	0.161748	0.252576
2.34826	0.265199	0.396538	0.162136	0.255372
2.37324	0.266587	0.399314	0.164218	0.258128
2.39822	0.267975	0.502090	0.165606	0.260904

Anmerkung. Zweite Rubrik enthält den Quadratinhalt der Brückenöffnung in Meter. Die Brückenöffnung ist der Anfang des Feuer-canal's unmittelbar am Roste.

Dritte Rubrik. Feuer canal. Der erste vom Feuerherd, daher von der Brückenöffnung abgehende Canal wird hier als Feuer canal benannt.

Vierte Rubrik. Seitenzug. In den Seitenzügen ist nur die Hälfte des erforderlichen Luftcanal's inbegriffen, da in der Regel die Züge gleichzeitig nach beiden Seiten getheilt werden, und ist der volle Quadratinhalt des in dieser Rubrik enthaltenen Seitenzuges zu jedem der beiden Seitenzüge anzunehmen. — Z. B. es soll ein Dampfkessel gesetzt oder umgeändert werden, wozu eine Rostgröße von 0.99926 m^2 ausgemittelt ist, so enthält die Brückenöffnung 0.134401 m^2 , der Feuer canal 0.204704 m^2 (daher um die Hälfte mehr als die Brückenöffnung), sowie der eine Seitenzug 0.088416 m^2 . Ist es ein einfacher Cylinder ohne Flamm- oder Siedröhren, wird dessen Einmauerung in der Regel zu einem einfachen Zuge eingerichtet, und enthält in dem Falle den Quadratinhalt des ungetheilten Zuges von 0.130850 in derselben Columne.

Fünfte Rubrik. Ungetheilter Zug. Dieser hat um ein Sechstheil weniger im Quadratinhalt, als die beiden getheilten zusammen, weil der Luftstrom minder durch Flächenreibung gehindert wird. Ein ungetheilter Zug wird grösstentheils nur beim einfachen Cylinder angewandt, oder bei Objecten, wo man durch die Stellung des Schornsteines dazu genöthigt ist, und ist ein solcher stets zu vermeiden, weil die durchgehende Wärme fast denselben Querschnitt beansprucht als ein getheilter Zug, wobei der Nutzeffect jedoch nur halb so gross ist.

Tabelle IX.

für Caminform, Fig. V und VI, bei der jede Reibung der Gase vermieden ist. Höhe und Durchschnitt des Schornsteines gegen die Grösse des Rostes oder gegen die Länge der Züge.

Inhalt der Rost- fläche in Quadrat- Meter	Länge der Züge in laufenden Meter	Schornstein				
		lichte Weite in Meter				
		Höhe in laufenden Meter	Quadrat am Funda- ment	Quadrat am Kopfe	Durch- messer am Fun- dament	Durch- messer am Kopfe
0.49963	7.9030	9.4836	0.008327	0.010410	0.35559	0.44778
0.59956	9.4836	11.3802	0.008327	0.010410	"	"
0.69948	11.0642	13.2770	0.008327	0.011104	"	0.47412
0.79941	12.6448	15.1734	0.009715	0.013186	0.41485	0.52680
0.89934	14.2254	17.0701	0.009715	0.013186	"	"
0.99926	15.8060	18.9672	0.009715	0.013880	"	0.57948
1.09919	17.3866	19.8633	0.009715	0.013880	"	"
1.19912	18.9672	19.5994	0.011104	0.015268	0.47412	0.63316
1.29905	20.5478	19.9155	0.011104	0.015268	"	"
1.39898	22.1284	20.2316	0.011104	0.015268	"	0.64633
1.49891	23.7090	20.5477	0.011104	0.015962	"	"
1.59884	25.2896	21.0218	0.011104	0.015962	"	"
1.69877	26.8702	21.9701	0.012492	0.017350	0.53339	0.73752
1.79870	28.4508	22.4445	0.012492	0.017350	"	"
1.89863	30.0314	22.9186	0.012492	0.017350	"	"
1.99856	31.6120	23.3929	0.012492	0.017350	"	"
2.09849	33.1926	23.8670	0.012492	0.018044	"	0.76386
2.19842	34.7732	24.3411	0.012492	"	"	"
2.29835	36.3538	25.1300	0.013878	0.019432	0.59923	0.81654
2.39828	37.9344	25.6041	0.013878	"	"	"
2.49821	39.5150	26.3944	0.013878	"	"	"
2.59814	41.0956	26.8685	0.013878	0.020126	"	0.86922
2.69807	42.6762	27.6587	0.013878	"	"	"
2.79800	44.2568	28.1328	0.013878	"	"	"
2.89793	45.8374	28.9230	0.015960	0.022208	0.68184	0.94824
2.99786	47.4180	29.3971	0.015960	"	"	"
3.09779	48.9986	30.1876	0.015960	0.022902	"	0.97458
3.19772	50.5792	30.6617	0.015960	"	"	"
3.29765	52.1598	30.9778	0.015960	"	"	"
3.39758	53.7404	31.2939	0.015960	"	"	"
3.49751	55.3210	31.6100	0.018042	0.024924	0.77045	1.07974
3.59744	56.9016	31.9261	0.018042	0.024924	0.77045	1.07974
3.69737	58.4822	32.2422	"	"	"	"
3.79730	60.0628	32.5583	"	"	"	"
3.89723	61.6434	32.8744	"	"	"	"
3.99716	63.2240	33.1905	"	0.025678	"	"
4.09709	64.8046	33.5066	0.020124	0.027760	0.86254	1.18530
4.19702	66.3852	33.8227	"	"	"	"
4.29695	67.9615	34.1388	"	"	"	"

Inhalt der Rost- fläche in Quadrat- Meter	Länge der Züge in laufenden Meter	Schornstein				
		lichte Weite in Meter				
		Höhe in laufenden Meter	Quadrat am Funda- ment	Quadrat am Kopfe	Durch- messer am Fun- dament	Durch- messer am Kopfe
4.39688	69.5421	34.4549	0.020124	0.027760	0.86254	1.18530
4.49670	71.1225	34.7710	"	"	0.86263	"
4.59663	72.7031	35.0871	"	"	"	"
4.69656	74.2837	35.4032	0.021514	0.029148	0.92190	1.26432
4.79649	75.8643	35.7193	"	"	"	"
4.89642	77.4449	36.0354	"	"	"	"
4.99635	79.0250	36.3515	"	0.029842	"	"
5.09643	80.6056	36.6676	"	"	"	"
5.19636	82.1862	36.9837	"	0.031230	"	"
5.29629	83.7668	37.2998	0.022902	"	0.98116	1.34334
5.39622	85.3474	37.6159	"	"	"	"
5.49615	86.9280	37.9320	"	"	"	"
5.59608	88.5086	38.2481	"	"	"	"
5.69601	90.0892	38.5642	"	"	"	"
5.79594	91.6698	38.8803	"	0.032618	"	"
5.89587	93.2504	39.1964	0.024290	"	1.04043	1.39602
5.99580	94.8310	39.5125	"	"	"	"
6.09573	96.4116	39.8286	"	"	"	"
6.19566	97.9922	40.1447	"	"	"	"
6.29559	99.5728	40.4608	"	"	"	"
6.39553	101.1534	40.7768	"	0.033312	"	"
6.49546	102.7340	41.0928	0.024984	"	1.06677	1.47504
6.59539	104.3146	41.4088	"	"	"	"
6.69532	105.8952	41.7249	"	"	"	"
6.79525	107.4758	42.0409	"	"	"	"
6.89518	109.0564	42.3569	"	"	"	"
6.99511	110.6370	42.6729	"	"	"	"
7.09504	112.2176	42.9889	0.025678	0.034006	1.09969	1.50138
7.19497	113.7982	43.3049	"	"	"	"
7.29490	115.3788	43.6209	"	"	"	"
7.39483	116.9594	43.9369	"	"	"	"
7.49476	118.5400	44.2529	"	"	"	"
7.59469	120.1206	44.5689	"	"	"	"
7.69462	121.7012	44.8849	0.026372	0.034700	1.13262	1.55406
7.79455	123.2818	45.2009	"	"	"	"
7.89448	124.8624	45.5169	"	"	"	"
7.99441	126.4430	45.8329	"	"	"	"
8.09434	128.0236	46.1489	"	"	"	"
8.19427	129.6042	46.4649	"	"	"	"
8.29420	131.1848	46.7809	0.027066	0.035394	1.15896	1.58040
8.39413	132.7654	47.0969	"	"	"	"
8.49406	134.3460	47.4129	"	"	"	"
8.59399	135.9266	47.7289	"	"	"	"
8.69392	137.5072	48.0449	"	"	"	"
8.79385	139.0878	48.3609	"	"	1.16555	"
8.89377	140.6684	48.6769	0.027760	0.037476	1.19189	1.60674
8.99370	142.2490	48.9929	"	"	"	"
9.09363	143.8296	49.3089	"	"	"	"
9.19356	145.4102	49.6249	"	"	"	"
9.29349	146.9908	49.9409	"	0.038170	"	"
9.39342	148.5714	50.2569	"	"	"	"
9.49335	150.1520	50.5729	0.028454	0.038864	1.22481	1.65942
9.59328	151.7326	50.8889	"	0.039558	"	"
9.69321	153.3132	51.2049	"	"	"	"
9.79314	154.8938	51.5209	0.028454	0.039558	1.22481	1.65942
9.89317	156.4744	51.8369	"	0.040252	"	"
9.99310	158.0550	52.1529	"	"	"	"

Anmerkung: Vorstehende Tabelle bestimmt den Durchmesser und die Höhe des Schornsteines für die Grösse der Rostflächen oder gegen die Länge der Züge.

Die Länge der Züge ist nur annähernd, wie sie ungefähr vorkommen können, doch sollte sie die Quadratfläche des Rostes übersteigen, so ist die Höhe des Schornsteines nach der Länge der Züge zu nehmen.

Z. B. Bei einem Dampfkessel von 1.99856 m^2 Rostfläche und 31.6120 m Zügelänge würde sich die Höhe der Esse auf 23.3929 m sowie der Durchschnitt am Fundament derselben auf 0.012492 m im Quadrat oder 0.53339 m Durchmesser herausstellen.

Einesfalls würden bei derselben Rostgröße von 1.99856 m^2 die sämtlichen Züge vom Feuer aus bis in den Schornstein eine Ausdehnung von 4.7418 m mehr, daher 36.3538 m erlangen, so ist die Höhe des Schornsteines in derselben Reihe, daher die nebenstehende Zahl von 25.1300 m zu nehmen; der Querschnitt, daher die lichte Weite des

Schornsteines, bleibt jedoch dieselbe, nach der Grösse des Rostes. Andernfalls durch Localverhältnisse oder bei einem Objecte von ungewöhnlicher Construction, jedoch von derselben Rostgrösse von $1.99856 \square^m$ sollen die Züge nur 28.4508^m Länge enthalten, so ist die Höhe der Esse von 22.4445^m zu nehmen, während der Querschnitt derselbe bleibt, nach der Grösse des Rostes.

Die Dimensionen der lichten Weite des Schornsteines sind nur in der Anlage inbegriffen, und wird auf je 3^m Höhe um 0.013^m ringsum erweitert, so z. B. in der Höhe von 25.2896^m um 0.2107^m an der Ausmündung weiter als in der Anlage.

Die Rostflächen sind bis zu $9.9991 \square^m$ angenommen, daher bis zu einer Anzahl von 6 Dampfkesseln, die ein Schornstein vollständig bedienen kann.

Tabelle X a) für Ventilation.

Allgemeine theoretische und praktische Regeln.

Um die Geschwindigkeit in einem Canale oder in einer Zugesse zu berechnen, bedient man sich der Formel

$$v = \sqrt{\frac{2 g a h t \cdot D}{D + 2 g k L}} \dots \dots \dots 1);$$

zur Berechnung der in einer Secunde fortbewegten Luftmenge dient die Formel

$$V = v \times D^2 \dots \dots \dots 2)$$

$$= \sqrt{\frac{2 g h a t \cdot D}{D + 2 g k L}} \times D^2 \dots \dots \dots 3)$$

wobei

$$2 g = 19.62^m,$$

h = die Fallhöhe = die Höhe des Camines,

$$a = 0.003665,$$

t = der Temperaturunterschied zwischen der Luft in dem Camine und der atmosphärischen Luft,
 D = der Durchmesser des Camines, wenn derselbe eine kreisrunde Grundform, und eine Seite, wenn er eine quadratische Grundform hat.

K = der Reibungscoefficient = 0.00075 für Fussmaasse, und 0.002597 für Metermaasse, nach Pécelet,

$L = H$ = der Länge oder Höhe eines Camines.

Aus diesen Formeln ergibt sich, dass die Geschwindigkeit, mit welcher Gase oder die aufgesaugte Luft aus einer Zugesse abströmen, proportional ist dem Temperaturunterschiede zwischen innerer und äusserer Luft, dem Durchmesser und der Höhe der Zugesse.

Um bei gegebenen Verhältnissen den Durchmesser eines Canales oder einer Esse zu erhalten, dient die Formel

$$(1) \quad D^2 = \frac{A^2}{2 g P}$$

$$\text{und } (2) \quad D^5 = \frac{A^2 (D + 2 g K L)}{2 g P}$$

wobei A = dem in einer Secunde zu liefernden Luftquantum P = ist.

Berechnet man zuerst den Werth von D aus 1) und substituirt diesen in die Gleichung für D^5 , so erhält man den eigentlichen Werth von D , welcher auch durch die Gleichung

$$v = \sqrt{\frac{2 g h a t \times D}{D + 2 g K L}}$$

controlirt werden kann.

Da t sehr variabel und besonders von der äusseren Temperatur abhängig ist, so ist für die Berechnung auch die Temperatur jener Jahreszeit zu wählen, welche diesen Werth am kleinsten macht, d. h. die des Sommers.

Tabelle X b) für Camine.

Praktische Formeln zur Berechnung des Kraftaufwandes und der Geschwindigkeit für verschiedene Formen der Camine.

$$A \text{ Fig. 1. } P - \frac{v^2}{2 g} = \frac{K L}{D} v^2; \quad v^2 = \frac{2 g \cdot P D}{D + 2 g K L}$$

$$B \text{ Fig. 2. } \left\{ P - \frac{v^2}{2 g} = \frac{K L}{D} \times \frac{s^2 \varphi^2}{S^2} \cdot V^2 \right.$$

$$C \text{ Fig. 3. } \left\{ v^2 = \frac{2 g P D S^2}{D S^2 + 2 g K L s^2 \varphi^2} \right. \\ \left(s = 0.7854 \right) = 1^2 \pi \\ \left(S = 12.566 \right) = 4^2 \pi \\ \varphi = 0.94$$

$$D \text{ Fig. 4. } P - \frac{v^2}{2 g} = P - \frac{K L v^2}{4 d (m-1)} \times \frac{m^3-1}{m^3} \times \frac{1}{\cos \varphi} \\ v^2 = \frac{2 g P 4 d (m-1) \times m^3 \cos \varphi}{4 d (m-1) m^3 \times \cos \varphi + 2 g K L (m^3-1)} \\ \cos \varphi = 0.99936$$

$$E \text{ Fig. 5. } v^2 = 2 g P$$

$$F \text{ Fig. 6. } v = \varphi \cdot \sqrt{2 g P} \quad \varphi = 0.94$$

$$G \quad P - \frac{v^2}{2 g} = \frac{K L U}{4 Q} v^2 \quad v^2 = \frac{2 g P 4 Q}{1 + 2 g K L U}$$

$$H \quad P = \frac{v^2}{2 g} = \frac{K L}{D} v^2 + R v^2 \\ v^2 = \frac{2 g P}{1 + \frac{2 g K L}{D} + g R}$$

$$J \quad D^2 = \frac{A^2 (1 + 2 g R)}{2 g P} \\ D^5 = \frac{A^2 (1 + 2 g D R + 2 g K L)}{2 g P}$$

Anmerkungen.

Die ersteren Formeln in A bis φ mit H geben den durch Reibung veranlassten Aufwand an Kraft = P ; die mit v^2 dem Rest dieser Kraft entsprechende Geschwindigkeit.

A bis φ mit F beziehen sich auf kreisrunde oder quadratische Querschnitte.

G auf rectanguläre Querschnitte von Caminen oder Canälen.

H gibt den Kraftaufwand für die Reibung im Roste und dem Brennmaterial,

J gibt die erforderlichen Durchmesser für eine gegebene Quantität:

A von zu entführenden Gasen, bei der entsprechenden Temperatur und pr. Secunde.

D wird in der zweiten Formel substituirt bis $D^2 v = A$.
 (Schluss folgt.)

Ueber die Bewegung der Luft in ventilirten Räumen, mit besonderer Rücksicht auf die Ventilation grösserer Versammlungssäle.

Vortrag gehalten am 13. November 1875 im österr. Ingenieur- und
Architekten-Verein von

Theodor Hödl,
Architekt.

(Schluss.)

Versuche in dem nicht ventilirten Théâtre du mont
parnasse ergaben:

	Temperatur:
Am Fussboden.	18·36°
in der Höhe von 0·65 ^m	19·69°
" " " " 1·30 ^m (4' 1")	21·12°
" " " " 1·95 ^m	22·65°
" " " " 2·60 ^m (8' 3")	24·30°
" " " " 3·25 ^m	26·97°
" " " " 3·90 ^m (12' 4")	27·37°
" " " " 4·55 ^m	30·00°
" " " " 5·20 ^m (16' 6")	32·48°
" " " " 5·85 ^m (18' 6")	34·52°

Folglich per Manneshöhe eine Wärmezunahme von
4 Graden und eine Totaldifferenz von 16·16°.

General Morin fand nun gar die aus der grossen
Oper durch die Lusteröffnung entweichende Luft am 12. März
1863 gelegentlich eines Balles zu Mittfasten

zwischen 12 und 1 Uhr mit 38·0°

" 3 Uhr 15 Minuten

und 3 " 25 " mit 38·5°

während gleichzeitig eine Aussentemperatur von nur 4·5°
beobachtet wurde.

Hier möchte ich mir die Bemerkung erlauben, dass
nur die Unerträglichkeit dieser übermässigen Hitze es war,
und nicht etwa die Erkenntniss von der Nothwendigkeit
einer Lüfterneuerung, welche beispielsweise in Frankreich
die Veranlassung gab zur Anbringung der ersten Ven-
tilations-Oeffnungen.

So wurden noch im Jahre 1855 in dem Tuilerien-Saale
des Maréchaux, in der Préfecture de police und im Aus-
stellungspalaste etc. lediglich zu dem Zwecke Oeffnungen
an den Decken angebracht, um die überwarne Luft ab-
strömen zu lassen; während man sich dazumal um deren
Ersatz durch reine frische Luft noch gar nicht kümmerte.

Daher musste sich nothwendiger Weise die frische
Luft den Zutritt selbst suchen, und sie fand ihn auch gar
bald, leider in sehr fühlbarer lästiger Art, durch alle Fugen
und Ritzen an Thüren und Fenstern.

In dieser primitiven Einrichtung liegt nun der Grund,
weshalb wir selbst heute noch in vielen unserer Localitäten,
so in den meisten Gast- und Caffeehäusern, durch eine unaus-
stehliche und gesundheitsschädliche Zugluft zu leiden haben.

I.

Anschliessend an das früher Gesagte, findet man also
als erste, natürlichste und darum überall von selbst
auftretende Bewegungserscheinung der Luft in grösseren
Räumen, welche eine bedeutende Anzahl Personen ent-

halten und gleichzeitig mit wirksamen Beleuchtungs-
apparaten versehen sind, eine energische Strömung
nach aufwärts.

Gesetzt den Fall, es befinde sich an der Decke eines
solchen Saales eine Oeffnung, so wird diese ganz natur-
gemäss zu einer Abströmungsoffnung werden.

Nehmen wir ferner noch an, es seien auch Einströ-
mungsoffnungen vorhanden, und es wären diese, um das
Auditorium möglichst wenig zu belästigen, in der halben
Höhe einer Seitenwand angebracht, so haben wir es mit
einer Anlage zu thun, wie selbe eben bei allen mit
Sonnenbrennern ventilirten Sälen vorkommt.

Um nun diese Ventilationsweise in ihrer Wirkung
beurtheilen zu können, sei es gestattet, den Weg, welchen
die Luft in einem solchen Raume durchzieht, etwas genauer
zu verfolgen.

Die soeben besprochene natürliche Aufwärtsströmung
der durch die Anwesenheit eines grösseren Auditoriums
und durch die Beleuchtungsapparate im Saale erwärmten
Luft, unterstützt durch die bedeutende Saugkraft der
Sonnenbrenner, wird einen so energischen mächtigen Zug
durch das Ventilationsrohr des Sonnenbrenners erzeugen,
dass nur in ganz seltenen Fällen das zum Ersatze noth-
wendige Quantum Ventilationsluft durch die Einströmungs-
öffnungen wird geliefert werden können*).

Tritt nun die einströmende Luft mit nur etwas hoher
Temperatur in den Saal, wie dies ja gewöhnlich vorkommt,
wenn die Ventilationsanlage mit der Heizung verbunden
ist, und zugleich nothwendig erscheint, um das Auditorium
vor einem kalten Luftzuge zu bewahren, so wird dieselbe
ohnedies sogleich zur Decke empor gehoben. — Der all-
gemeine Luftstrom, welcher gegen die Abflussöffnung hin
convergirt, wird sie also verhältnissmässig leicht von der
ihr eigenen Richtung ab-, und gegen die Sonnenbrenner-
öffnung hinlenken können.

Ist es aber einmal geschehen, dass die durch die Saug-
kraft des Sonnenbrenners hervorgerufene Strömung sich mit
dem Strome der zufließenden Luft vereint hat, so wird in
einem Sitzungssaale, wo ja doch die Versammelten sich
zumeist ziemlich ruhig verhalten, gar bald der Beharrungs-
zustand in der Bewegung eintreten können.

Auf diesen Beharrungszustand werden allerdings klei-
nere Strömungen kalter Luft, welche durch Thür- und
Fensterritzen zufließen, dann solche, die beim zeitweiligen
Oeffnen einer Thür eintreten, oder jene, welche durch die
zufällige Bewegung einzelner Personen entstehen etc., hin
und wieder störende Einflüsse auszuüben vermögen;
kaum aber wird es denselben gelingen, ersteren gänzlich
oder auf längere Zeit zu unterbrechen, da ja die früher
erwähnten ursächlichen Impulse fortdauernd wirkende sind.
Abstrahirt man jedoch von diesen letzteren Zufälligkeiten
und behält man den Beharrungszustand der Hauptbewegung
im Auge, so wird sich dieselbe als eine directe Strö-

*) Herr Piarron de Mondésir fand, dass im Théâtre Lyrique aus
der Laterne, welche als Saugesse dient, im Winter 2mal mehr, im Frühjahr
3mal mehr, im Sommer 6mal mehr abströmte, als durch den Canal vom
Square St. Jaques an frischer Luft zufluss.

mung von der Zuflussöffnung nach dem Sonnenbrenner hin manifestiren.

Um sich von der Form dieser Strömung, d. h. von ihrer äusseren Begrenzung, einen annähernden Begriff zu machen, könnte man sich eine Pyramide vorstellen, deren Basis durch die Einströmungsöffnung gebildet wird und deren Spitze im Rohre des Sonnenbrenners liegt. Die Achse dieser Pyramide müsste man sich aber selbstverständlich etwas gebogen denken und zwar nach einer Curve, welche mehr oder weniger schlaff gekrümmt ist, je nachdem der Zug als ein weniger oder mehr energischer auftritt.

Es zeigt sich also, dass in den meisten analogen Fällen, die von den Einströmungsöffnungen zufließende Luftmenge den Saal nur in seinem obersten Theile durchzieht, um ihn durch die Sonnenbrenner zu verlassen.

Das Plus an Luft, welches die Sonnenbrenner bedürfen, wird allerdings aus dem Luftquantum des Saales entnommen, allein hiefür mangelt dann jeder geregelte Ersatz.

Hieraus ergibt sich, dass der ganze unterhalb der Einströmungsöffnungen gelegene Theil des Saales eigentlich jeder Ventilation entbehrt, und so gewissermaßen als tochter unventilirter Raum liegen bleibt.

In diesem Theile hält sich aber gerade das Publicum auf; hier befinden sich dessen Respirationsorgane, welche der reinen Luft meist so sehr bedürftig sind.

Hier in diesem eigentlich benutzten Theile des Saales herrscht in Folge der zunehmenden Erwärmung durch das anwesende Auditorium eben nur jener früher erwähnte allgemeine Aufstrom, welcher seinen Grund allerdings in der von aussen als Ersatz eindringenden kalten Zugluft hat, ohne dass aber darum letztere für das Wohlbefinden der Anwesenden dienlich sein könnte.

Auf die wahrscheinliche Existenz einer secundären Strömung werde ich später zurückkommen, um damit eine Erklärung für die in solchen Sälen häufig auffallend hohe Temperatur zu versuchen.

In einem solcherweise mit Sonnenbrennern ventilirten Saale findet also nahezu keine Mischung der frischen Luft mit der verdorbenen statt; erstere entweicht vielmehr beinahe direct und meist so rasch, dass sie den Respirationsorganen der Versammelten kaum irgend einen nennenswerthen Vortheil bringen kann.

Daher kommt also das häufige Räuspern und Husteln im Auditorium, daher stammen all die Klagen über mangelhafte Ventilation, trotzdem zumeist in solchen Sälen das Quantum der zu- und abgeführten Luft ein weit mehr als hinreichendes ist.

Daher zeigt sich aber auch trotz aller solcher Ventilation beim jedesmaligen Oeffnen der Thüren sowie durch die Thür- und Fensterritzen stets ein lästiger kalter Luftzug von aussen eintretend.

In ganz analoger Weise kann sich die Sachlage darstellen, wenn die Einströmungsöffnungen in der Nähe des Fussbodens angebracht sind, und vervielfältigt werden die besprochenen Erscheinungen auftreten, wenn sowohl die Zahl der Sonnenbrenner, als die der Einströmungsöffnungen eine vielfache ist. Hiedurch lässt sich dann die Gesamt-

wirkung allerdings etwas günstiger gestalten, aber eine eigentliche kräftige Mischung wird durch diese einzelnen Strömungen wohl kaum je erzielt werden können.

Mit der Erwähnung dieses Sachverhaltes ist wohl durchaus nichts Neues gesagt; denn in Hinsicht auf die Ventilation von Theatern hat ein ziemlich ähnliches Vorkommnis Herr Director Emil Trélat schon im Jahre 1860 in der eminenten Broschüre: „Le théâtre et l'architecte“ ganz ausführlich besprochen. Desgleichen hat bereits weiland Professor Siccardsburg in seinem Vortrage: „Ueber den Stand der Ventilationsfrage“ im Jahre 1865 dasselbe gewissermaßen in freier Uebersetzung wiederholt.

II.

Eine andere Einrichtung, die nun dahin zielt, diesen todtten Raum zu eliminiren, basirt darauf, den Luftstrom mit einem der Grundfläche des Saales nahezu gleichen Querschnitte durch die ganze Höhe desselben zu führen, und zwar im Sinne der natürlichen Strömung von unten nach aufwärts.

Es ist das die von Dr. Reid zuerst im englischen Parlamentshause durchgeführte Ventilationsanlage, wonach die in den grossen Parterrelöcalen vorerst mittelst Erwärmung und Befeuchtung, resp. Abkühlung, gehörig präparirte Luft durch ein den Fussboden des Saales bildendes gusseisernes Gitterwerk, welches mit zwei übereinander liegenden Teppichen bedeckt ist, in den Saal einströmt, um ihn seiner ganzen Höhe nach zu durchziehen und durch den Plafond zu verlassen.

Seither hat dieses System vielfache Anwendungen erfahren; so wurde es bereits von Dareet zur Ventilierung mehrerer Pariser Theater, und zwar:

des Odeon,
der Opéra,
des Gymnase,
der Variétés,
des théâtre français und
der opéra comique

wenn auch nicht mit demselben günstigen Erfolge benützt, mit welchem es an unserer Wiener Oper zur Durchführung gebracht worden ist.

Aber schon im Jahre 1854 wurden bei Gelegenheit einer Enquête im englischen Parlamentshause vielseitig Klagen laut über den lästigen Luftzug, der sich besonders an den Füßen fühlbar machte, sowie über das Auftreten unangenehmer Staubmengen, welche die einströmende Luft mit aufwirbelte.

Diese Unzukömmlichkeiten sind nun auch in anderen Fällen so grell zu Tage getreten, dass ihrethalben factisch nahezu die meisten derartigen Anlagen heute wieder ausser Thätigkeit gesetzt sind.

Wenn wir nun dieser Anordnung dennoch in mehreren Projecten für hier in Wien auszuführende Monumentalbauten neuerlich begegnen, so liegt der Grund dafür wohl in dem Umstande, dass die betreffenden Dispositionen von derselben anerkannten Capacität im Ventilationsfache herühren, der auch die Einrichtung in unserer Oper das Entstehen verdankt. Es wird also da unzweifelhaft wieder

nach denselben Grundsätzen vorgegangen werden, denen zufolge der Kostenpunct glücklicherweise als Nebensache gelten darf, wohingegen alle jene umfangreichen, bedeutenden und rühmenswerthen Vorsichtsmaassregeln beobachtet erscheinen, welche ja eben an der Oper das unleugbare Gelingen erzielen.

Jedenfalls kommt aber für Versammlungssäle ein diesen eigenthümliches Moment zu berücksichtigen. — Derlei Säle sind nämlich zeitweilig einer so bedeutenden Ueberfüllung ausgesetzt, dass das anwesende Publicum dadurch zum Stehen in dicht gedrängter Masse genöthigt werden kann.

In solchen Fällen wäre dann wohl mit Recht zu befürchten, es könnte die Querschnittssumme der Einströmungsöffnungen in so bedeutender Weise reducirt werden, dass hiedurch entweder keine genügende Ventilirung mehr erreichbar wäre, wie beim Aspirations-Systeme, oder dass durch sonstige energischer wirkende Einrichtungen eine für das Auditorium höchst unangenehm vermehrte Geschwindigkeit der Luft entstünde.

Erscheint sonach das in Rede stehende System für derlei Säle nicht besonders passend, so muss hingegen betont werden, dass es einzig nur auf Grund solcher Einrichtungen möglich wäre, einen schichtenweise vor sich gehenden Luftwechsel — also das Ideal jeder Ventilation — factisch zu erreichen.

Leider hat aber diese auf einer ganz rationellen Idee basirte Anlage bis nun in der Praxis noch manche nur äusserst schwer zu überwindende Hindernisse und Unzukömmlichkeiten zu bekämpfen.

III.

Ein verhältnissmässig günstiges Resultat für den Luftwechsel in grossen Versammlungssälen erzielt das, im Vergleiche zur soeben besprochenen Einrichtung nach der entgegengesetzten Richtung wirkende, unter der Bezeichnung: „Verkehrte Ventilation“ bekannte System.

Streng genommen, rührt auch dieses Princip von Dr. Reid her, da er es bereits im Jahre 1844 in seinem Werke: „Illustrations of the theory and practice of the ventilation“ vollkommen dargelegt hat; wenngleich Herrn General Morin das Verdienst zukömmt, die in den weitesten Kreisen bekannte Anwendung davon gemacht zu haben, warum es denn auch häufig kurzweg „System Morin“ benannt wird.

Diese im Amphithéâtre du Conservatoire des arts et métiers zur Ausführung gelangte Einrichtung ist wohl allen hochgeehrten Anwesenden so hinreichend bekannt, dass eine eingehendere Beschreibung kaum am Platze wäre.

Es sei mir jedoch erlaubt, nur in Kurzem zu erwähnen, dass die frische Luft durch 12 je 1 \square^m grosse Oeffnungen im Plafond, also durch einen Gesamtquerschnitt von 12 \square^m oder 120 \square Fuss von oben in den Saal einfliesst, nachdem sie am Dachboden, der als Mischraum dient, auf die gehörige Temperatur gebracht worden ist.

Ein im Hofe des Gebäudes errichteter grosser Lock-Camin steht durch einen Canal mit dem ganz hohlen Unterbau des Saales in Verbindung und saugt die Luft durch

die Abströmungsöffnungen, welche in grosser Zahl an den Abtreppungen des Amphitheaters angebracht sind, also vom Niveau des Fussbodens, aus dem Saale an sich.

Auf solche Weise findet durch Aspiration eine langsame Strömung der Luft von oben nach unten statt, welche, wie im vorigen Falle, wieder nahezu die ganze Grundfläche des Raumes zum Querschnitte hat.

Diese Einrichtung hat sich bisher ganz gut bewährt und dürften die mitunter laut werdenden Klagen wahrscheinlich weniger auf die Complicirtheit des Systemes, als auf die räumliche Entfernung der einzelnen Regulirungsapparate zurückzuführen sein.

Die letzterwähnten zwei Anlagen besitzen gemeinsam den unbestreitbaren Vorthail, keinen unventilirten todten Raum aufkommen zu lassen, und wird durch die zweite ganz gewiss eine kräftige innige Vermischung der zugeleiteten Luft mit jener des Saales herbeigeführt.

Beide Systeme sind jedoch wegen der bedeutenden, meist sehr grosse Vorräume verlangenden Vorkehrungen, fast ausnahmslos nur an eingeschossigen Gebäuden anwendbar.

Handelt es sich aber um einen Saal, der mit seinem Niveau inmitten eines mehrgeschossigen Gebäudes liegt, welches auch noch anderen nicht minder wichtig erscheinenden Anforderungen genügen muss; so erweist es sich schon aus rein constructiven Rücksichten meist als ganz unzulässig, Strömungen mit solch maximalen Querschnitten, wie sie diese beiden Systeme erfordern, in Verwendung zu bringen.

IV.

Man begegnet da in solchen gewöhnlicheren Fällen sehr häufig einer Anlage, der so ziemlich von den meisten Autoren das Wort geredet wird und die auch General Morin ganz besonders beliebt.

Dieser Einrichtung zufolge werden die Einströmungsöffnungen ganz knapp unter dem Plafond des Saales angebracht und zwar in der ausgesprochenen Absicht, hiedurch die einfließende Luft direct gegen die Decke zu leiten, damit sie diese bestreiche.

Selbstverständlich muss dann der Plafond eine vollkommen geschlossene Fläche darbieten und darf keinerlei Oeffnung enthalten.

Die Abströmungsöffnungen sind dann, einer fast allgemein herrschenden Ansicht nach, möglichst entfernt von den Zuflussstellen der frischen Luft anzuordnen, und befinden sich daher stets in der Nähe des Fussbodens, häufig sogar den Einströmungsöffnungen diagonal gegenüberliegend situirt.

Der angebliche Zweck dieser Anordnung ist, dass die einströmende Luft sich am Plafond ausbreite, daran abkühle und sich sodann erst langsam in isothermen Schichten senke, um auf diese Art, ähnlich wie in dem früher besprochenen Falle, in den Bereich der Respirationsorgane der Anwesenden zu gelangen.

Merkwürdigerweise sagt aber General Morin, der doch sonst immer und zu allen Zwecken diese Anordnung em-

pfeilt, gleich auf Seite 1 vom 2. Bande seines grossen Werkes, dass diese Voraussetzung eine irrige sei und nicht zutreffe.

Freilich handelt es sich da um einen Fall, der, wenn auch in ganz analoger Weise angelegt, so doch nach den Angaben Péclet's hergestellt worden ist, und zwar in den Pariser Communschulen. Hier fand General Morin auf einmal, dass die Luft nicht in isothermen Schichten niedersank, sondern dass sich gewisse rotirende Strömungen zeigten, welche längs der Wände herabglitten und den Fussboden verfolgten, oder in geneigter Richtung sich gegen die Abflussöffnung hin bewegten.

Er hat aber zu einer näheren Untersuchung dieser Bewegungserscheinungen keine eingehenderen Beobachtungen angestellt.

Solche Untersuchungen wurden hingegen in ausgedehntem Maasse in England vorgenommen, wo dieses System wohl gewiss die allgemeinste Verbreitung gefunden hat.

Im Jahre 1857 wurde nämlich von der englischen Regierung eine Commission, bestehend aus den Herren Southerland, Wittle, Burres und Douglas Galton eingesetzt mit dem Auftrage, in dem sanitären Zustande der dortigen Casernen und Militärspitäler alle erforderlichen Verbesserungen vorzunehmen.

Die Commissäre sind mit den weitestgehenden Vollmachten ausgestattet worden, damit sie nicht blos untersuchen sollten, sondern damit sie vielmehr in der Lage seien, durch augenblickliche Anschaffung und Leitung der nothwendigen Arbeiten allen sich zeigenden Uebelständen zu begegnen.

Während eines Zeitraumes von drei Jahren, in denen vielfache Studien und Untersuchungen angestellt wurden, erstreckte sich die Thätigkeit dieser Commission auf 243 Anstalten, darunter 167 Spitäler.

Das praktische Resultat dieses Wirkens war die nahezu allgemeine Einführung des in Rede stehenden Systemes, mit nur ganz geringfügigen Modificationen.

So ward für's Erste an Stelle der Abströmungsöffnung am Fussboden daselbst ein Camin angeordnet, weil nach englischer Sitte ein offenes Feuer nicht gut entbehrt werden kann; ferner wurde nebst diesem ohnehin energisch saugenden Camine auch noch an der Decke jedes Raumes eine andere gewöhnliche Abströmungsöffnung angebracht. Möglichst entfernt von diesen beiden Abströmungsöffnungen, also ihnen diagonal gegenüberliegend und in der Nähe des Plafonds, fanden die Einströmungsöffnungen Platz. Je nach der kubischen Grösse des Raumes bestanden letztere aus einem oder zwei sogenannten Sherringham-Ventilatoren, das sind einfache gusseiserne Klappen, um eine untere horizontale Axe drehbar und mit seitlichen Wangen versehen, damit die einfließende Luft nur in die Höhe nach dem Plafond zu geleitet werde. Man liess nämlich hier, den klimatischen Verhältnissen anpassend, direct die äussere kalte Luft eintreten.

Durch diese Anordnung erreichte die Commission, dass die kalte Luft nach ihrem Eintritte in den Saal sich nicht sogleich gegen den Fussboden senkte, wobei sie unmittelbar auf die anwesenden Personen hätte treffen müssen.

Es gelang auf diese Art, eine vorher wohl studirte Bewegungserscheinung der Luft vortheilhaft zu benützen, um für die betreffenden ganz speciellen Fälle das günstigste Resultat mit den einfachsten Mitteln zu erreichen.

Die Erscheinung, welche sich hiebei zeigte, tritt bei Einführung etwas vorgewärmter Luft nur noch bei weitem intensiver auf, weshalb sie füglich hier erwähnt werden darf.

Mittelst kleiner, mit Wasserstoffgas gefüllter Kautschuk-Ballons, wie solche für Kinder zum Spielzeug dienen, welche man aber für den beabsichtigten Zweck durch angehängte Fäden richtig equilibriert hatte, war man in der Lage, eine spiralförmig rotirende Bewegung der eintretenden Luft wahrzunehmen, die bei abnehmender Geschwindigkeit stetig an Querschnitt zunahm.

Der Verlauf dieser Bewegung zeigte sich folgendermaassen:

Das Luftprisma, welches durch die Einströmungsöffnung gegen den Plafond des Saales geleitet wurde, verfolgte denselben der Quere nach, sank dann an der entgegengesetzten Wand bis auf den Fussboden herab, strich über diesen, dabei stets gegen die Abströmungsöffnungen vorrückend, in einer immer breiter fließenden Schichte hinweg, bis wieder zur gegenüberliegenden Wand, um daran neuerdings emporzusteigen und so weiterstreichend in einer Art Schraubenlinie bis zu den Austrittsöffnungen hin den ganzen Saal zu durchziehen und auszuwaschen.

Wurde nun der Saal durch den meist in der Mitte einer Scheidemauer befindlichen Camin geheizt, so zog sich in Folge der vermehrten Aspiration diese Spirallinie zusammen, d. h. sie näherte sich der Längsaxe des Saales.

Herr Director Trélat hat von dem Auftreten ganz analoger Erscheinungen in der Wellington-Caserne und im Guys-Hospitale zu London gelegentlich jener Sitzungen der Société centrale des architectes gesprochen, welcher ich eingangs schon gedacht habe und denen persönlich beizuwohnen mir damals gönnt war.

Ebenso erwähnt er sie in seiner Broschüre: „Etudes architecturales à Londres“ vom Jahre 1862.

Das Vorkommen solcher Strömungen im Umfange hat übrigens gewiss auch schon Jeder wahrzunehmen Gelegenheit gehabt. Im Kleinen äussern sie sich in jedem Wagen- oder Eisenbahn-Coupé.

Lehnt man sich während eines schräge gegen die Richtung der Fahrt herrschenden Windes in den Fond des Wagens zurück, so fühlt man ganz deutlich einen Luftzug von dem einen zum anderen Fenster; wohingegen es genügt, sich gerade aufrecht zu setzen, um schon nichts mehr davon zu verspüren.

Aehnliches kann man leicht auch in grösserem Maassstabe beobachten.

Leitet man nämlich in ein zweifenstriges Zimmer durch die schräge Stellung eines äusseren Fensterflügels eine am Hause vorbeiziehende Windströmung ein, während man Sorge trägt, dass durch die entgegengesetzte (symmetrische) Flügelstellung des anderen Fensters diese Strömung das Zimmer wieder verlassen könne; so wird dieselbe auf die Zimmerluft Impulse äussern, die sich vorläufig wegen ihrer Unregelmässigkeit kaum näher bestimmen lassen.

Sobald man aber durch den correspondirenden inneren Flügel des ersten Fensters, oder auf sonst eine Weise, die aufgefangene Windströmung gegen eine Wandfläche, d. i. Scheidewand des Zimmers leitet, wird sogleich die erwähnte rotirende Bewegung der Luft auftreten und sich bemerkbar machen.

Ich habe sie bei annähernd gleichen Innen- und Aussen-Temperaturen, also im Frühjahr und Herbst, zu wiederholten Malen wahrgenommen, und zwar durch Aufstellung einer bedeutenden Anzahl sehr einfach construirter Anemometer (sogenannter Windrosen oder Schlangen aus Papier), welche durch ihr successives Drehen dieselbe in ihrem Entstehen, Anwachsen, Fortschreiten und Verlaufen ganz deutlich anzeigten, je nachdem ein neuer Wellenschlag des am Hause vorbeifiessenden Windes in das Zimmer eintrat.

Auch ist es möglich, durch entsprechenden Wechsel in der Stellung der Fensterflügel diese Strömung in die entgegengesetzte zu verwandeln, d. h. in ihrer Richtung umzukehren; immer aber zeigt sie sich nur am Umfange des Raumes, knapp an den Wänden, während die übrige Luft im Zimmer, einige Gegenwirbel ausgenommen, nahezu ganz ruhig bleibt und einen fixen todten, sohin unventilirten Kern darstellt.

Es beruht diese Thatsache eben nur auf der Tendenz der Luft, jene Flächen, welche sie in ihrer Bewegung trifft, zu verfolgen. Sie zeigt daher, von welch' gewaltigem Einflusse auf die Ventilation es sein muss, wenn man absichtlich eine als energisch anerkannte Strömung so direct gegen eine Wandfläche des zu ventilirenden Raumes leitet, wie dies bei der in Rede stehenden Anlage geschieht.

Nach dieser Anordnung befinden sich nämlich wie erwähnt:

- a) die Einströmungsöffnungen in der Nähe des Plafonds, gewöhnlich in der Mittelmauer;
- b) die Abströmungsöffnungen in der entgegengesetzten Wand, also an der Fensterseite, am Fussboden.

Nimmt man nun an, es ströme mässig warme Luft ein und diese werde in schiefer Richtung nach aufwärts z. B. durch Jalousien direct gegen den Plafond geleitet; sowie dass gleichzeitig auch an den Abströmungsöffnungen eine entsprechende Saugkraft herrsche; so wird die im Raume befindliche Luft der Einwirkung von dreien Impulsen unterliegen.

Als erster Impuls äussert sich das stetige Nachschieben und Nachdrängen neu eintretender Luft.

Die an den Plafond geleitete Strömung wird diesen in einer mehr oder weniger breit fliessenden Schichte der Quere nach verfolgen.

Als zweiter selbstständig auftretender Impuls ist die an der Fensterwand herrschende Abwärtsströmung zu betrachten, welche in Folge der abkühlend wirkenden Flächen der Fenster und der Aussenmauer beinahe überall auftritt und in derselben Richtung wirkt.

Drittens wird der nach auswärts wirkende Zug an den Abströmungsöffnungen eine Bewegung in demselben Sinne erzeugen.

Berücksichtigt man nun noch die Tendenz der Luft,

Flächen zu verfolgen, und nimmt man die Impulse als hinlänglich kräftig an, sowie dass sie sich eine längere Zeit hindurch ungestört äussern können; so ergibt sich, dass für den Beharrungszustand der Gesamtbewegung der Luft im Raume aus diesen drei einzelnen Strömungen schliesslich nur ein einziger grosser Strom geworden sein wird.

Liegen die Abzugsöffnungen anstatt an der Fensterseite, in derselben Wand, in welcher die Einströmungen angebracht sind (in der Mittelmauer), so würde die bereits in Bewegung befindliche Luft auch noch quer über den Fussboden streichen müssen, um zu denselben zu gelangen.

Geht man aber noch einen Schritt weiter und nimmt man an, es befinde sich an der Wand, in welcher die Einströmungsöffnungen liegen, eine Wärmequelle, also entweder diese Wand selbst sei erwärmt oder es stehe vor ihr ein Ofen, so wird ein neuerliches Steigen der Luft bewirkt, und dadurch der Kreislauf der bewegten Luft geschlossen erscheinen.

Professor Meissner, unser Landsmann, hat, wie bekannt, schon in den Zwanzigerjahren, um die Wirkung der strahlenden Wärme zu paralysiren, eine sogenannte Circulation der Luft durch seine Mantelöfen hergestellt.

Wir sehen also, wie weittragend die Lösung Meissner's war, und welch' richtigen, sicheren Griff nach dem Ziele hin er that, um für kleinere weniger hohe Räume eine allen Anforderungen entsprechende Ventilation zu beschaffen.

Für gewöhnliche Wohnzimmer, und diese hatte Prof. Meissner hauptsächlich im Auge, kann wohl nicht leicht eine bessere Winter-Ventilation gefunden werden. Hier tritt durch die günstigere Relation zwischen kubischem Inhalt und Umfang des Raumes, sowie durch die vorkommenden Arbeitsverrichtungen und häufigen Bewegungen der Bewohner gewiss eine hinlängliche Mischung der reinen und verdorbenen Luft ein.

Grössere Säle aber entbehren zumeist solcher physischer Kräfte, welche eine Vermischung der Luft befördern könnten.

Einzelne zufällige Einwirkungen verdienen keine weitere Berücksichtigung und so zeigt sich denn in solchen Sälen eben nur die vorbesprochene Bewegung der Luft jedoch in viel höherem Grade.

Es äussern sich die Strömungen da verstärkt, weil sie häufig einerseits mittelst Pulsion und zugleich an den Abströmungsöffnungen durch Aspiration mächtig hervorgerufen werden.

Weiters gestaltet sich die Relation zwischen dem kubischen Inhalte des Saales und dem Querschnitte der Strömungen für letztere viel günstiger, da sie grösser ausfallen müssen; indem man für derlei Säle mitunter sogar einen sechsmaligen Luftwechsel pro Stunde verlangt.

(In den Sitzungssälen des Congresses zu Washington wird die Luft $7\frac{1}{2}$ mal pro Stunde erneuert *).

Endlich noch werden durch die relativ grösseren Höhen und Längen solcher Säle die abkühlenden Flächen bedeutend vergrössert.

*) Zeitschrift des Hannoveranischen Ingenieur- und Architekten-Vereins. 1870.

Allerdings wird die Anwesenheit eines zahlreichen Auditoriums dem Entstehen der Strömungen am Umfange entgegen wirken; allein es kann sich dieser Einfluss doch nur auf den Strom am Fussboden erstrecken, und dürfte es der Luft bei ihrer leichten Beweglichkeit wohl bald gelingen, die Hindernisse zu umgehen, welche ihr die Beine meist ruhig sitzender Personen entgegenstellen.

Im Beharrungszustande der Bewegung, von den vor kommenden Störungen und Nebenströmungen abgesehen, wird der Hauptstrom immer nur an dem Umfange des Querschnittes solcher Säle auftreten; während in der Mitte derselben, beinahe überall ein nach und nach um eine fixe Achse rotirender aber todter, unventilirter Kern liegen bleibt.

Keinesfalls entspricht dieser Kern dem Zustande, den wir von der ventilirten Luft eines Raumes beanspruchen, weil er alle die mephitischen leichten organischen Bildungen nahezu unverdünnt enthält, wie sie durch den Respirations-Process und durch die Beleuchtungskörper in die Luft ausgeschieden werden.

Stellt man sich nun einen grösseren Versammlungssaal im benützten Zustande vor, unter der Annahme, die besprochenen Impulse seien hinlänglich kräftig und andauernd, damit der Beharrungszustand in der Bewegung eintreten könne, so wird man bald zu dem Resultate kommen, dass der Strom bewegter Luft, in Folge der Cohäsion immer mehr und mehr Lufttheilchen in die rotirende Bewegung mit einbeziehen wird, bis zuletzt das ganze den Mittelraum des Saales erfüllende Luftquantum ebenfalls in eine drehende Bewegung geräth.

Da sohin die gesammte im Raume enthaltene Luft um irgend eine horizontale Achse rotirt, so wird selbstverständlich der eingangs erwähnte natürliche Aufstrom von seiner gewöhnlichen Richtung abgedrängt werden und dort vermehrt auftreten, wo die Strömung nach aufwärts ohnedies durch die äusseren Kräfte bedingt ist.

Dafür werden an der anderen Seite des Saales (gewöhnlich die Fensterwand) solche Lufttheilchen zum Sinken gebracht, die vermöge ihrer Temperatur, wenn keine Bewegung vorhanden, in einer grösseren Höhe geblieben wären.

Es streifen sohin bedeutend wärmere Lufttheilchen unseren Körper, und wir empfinden dadurch ausser der Unannehmlichkeit, uns in einem nicht entsprechend ventilirten Raume aufzuhalten, auch noch das Gefühl einer übermässigen Hitze.

Einzelne kleinere Strömungen werden allerdings in Form von Fäden diese Hauptbewegung durchschneiden und kreuzen, so z. B. die kleinen warmen Luftsäulen über den etwaign Gasflammen an der Seite des Saales, wo der Strom nach abwärts gerichtet ist, und ebenso die kalte Luft, welche zufällig durch die andere Wand einfliessen sollte; auch der Platzwechsel von Personen wird Wirbel und Gegenströme veranlassen. Die Hauptbewegung wird hiedurch jedenfalls Störungen erleiden, aber ganz aufgehoben wird und kann sie, einmal eingetreten, füglich nimmer werden, insolange die hiezu Anlass gebenden Impulse andauern.

Diese Betrachtung ergibt also, dass in grossen Versammlungssälen durch eine derartige Anordnung der Ventilationsöffnungen eine kräftige Mischung der Luft nicht erzielt wird, dass vielmehr diese nur höchst problematischer Natur sein kann.

Man liefert die gute reine Luft direct an die Decke, wo sie Niemand braucht, ventilirt im besten Falle nur die Füsse, unseren Lungen kommt nichts davon zugute.

Der soeben geschilderte Verlauf erklärt auch, weshalb in grossen mittelst Sonnenbrennern ventilirten Räumen mitunter eine auffallend hohe Temperatur herrschen kann, trotzdem die Sonnenbrenner eine überwiegende Saugkraft äussern.

Hier tritt jedoch diese Rotation der Luft um eine horizontale Achse nur als secundäre Strömung auf, indem sie sich blos in dem als todten eigentlich unventilirten Theile des Saales äussern kann.

Der erste Impuls für die rotirende Bewegung wird in diesem Falle von jener Luftmenge gegeben, welche durch die zu den Sonnenbrennern angesaugten Conusse mit an die Decke emporgerissen wird, ohne dass sie mit denselben in das Ventilationsrohr eintreten und entweichen kann.

Diese emporgerissene Luft wird nun mit der ganzen ihr innewohnenden bedeutenden Geschwindigkeit gewissermaassen gegen den Plafond geschleudert und sohin veranlasst, sich an dessen Fläche zu verbreiten.

Verbindet sich die hiedurch erzeugte Strömung mit dem sinkenden Strome an einer Fensterwand, so sind die veranlassenden Momente für eine drehende Bewegung wie im früheren Falle wieder vorhanden und kann sie dann bei fortwährendem Zunehmen die unerquicklichen Empfindungen wach rufen, die sich durch die strahlende Wärme allein kaum genügend erklären.

Uebersichtlich zusammengefasst sind also die verschiedenen bisher üblichen Anlagen der Ventilationsöffnungen in Folgendem gekennzeichnet:

1. Die Einströmungsöffnungen befinden sich in der Nähe des Fussbodens oder in halber Höhe der Wände, während die Abflussöffnungen im Plafond angebracht sind.
2. Gewissermaassen das Maximum der ersteren Anordnung, wonach die ganze Fläche des Fussbodens für die Einströmung der Luft benützt wird, und der ganze Plafond oder dessen grösster Theil die Abströmung gestattet.
3. Der entgegengesetzte Fall des vorhergehenden, demzufolge die Strömung mit einem gleich grossen Querschnitte in der Richtung nach abwärts statt hat, und
4. Eine der letzteren analoge Einrichtung, jedoch bei beschränkten Querschnitten der Mündungen. Die Zuflussstellen für die frische Luft liegen da in der Nähe der Decke und sind die Abströmungen in diesem Falle am Fussboden oder zunächst desselben angeordnet.

Die Besprechung der durch diese Systeme hervorgerufenen Wirkungen, wenn auch nur in grossen Umrissen ganz leicht durchgeführt, liess dennoch erkennen, dass hienach in jenen Fällen, wo die Strömungen keine übermässig grossen Querschnitte besitzen, stets todte unventilirte Räume entstehen, in welchen fataler Weise gerade immer die Respi-

rationsorgane der anwesenden Personen zu liegen kommen und wodurch dann selbstverständlich die ganze Ventilationsanlage um ihren eigentlichen Effect gebracht wird.

Wie kann man nun diesem unzulässigen Uebelstande vorbeugen? Einfach dadurch, dass man trachtet, das Entstehen solcher todter Räume oder unventilierter Kerne hintanzuhalten.

Vermag man aber nicht dies Ziel zu erreichen, so sollte man mindestens ernstlich bestrebt sein, dahin zu wirken, dass die sich ergebenden „todten Räume“ ausserhalb der Sphäre zu liegen kommen, an welche die Respirationsorgane des Auditoriums nothwendiger Weise gebunden sind.

Die Hauptursachen des Entstehens solcher nicht ventilirter „todter Räume“ sind ausser in etwaigen localen Verhältnissen unzweifelhaft darin zu suchen: dass erstens die Ventilationsluft häufig zu stark vorgewärmt in den Saal einströmt, eine unliebsame Folge, wenn Heizungs- und Ventilationseinrichtung zu einem einzigen Systeme verbunden sind, und zweitens in dem Umstande, dass der Strom eintretender Luft direct gegen die Decke des Raumes geleitet wird.

Will man nun die Ventilationsluft nicht an die Decke leiten, sondern in einer beliebigen geringeren Höhe frei in den Saal einmünden lassen, so muss vor Allem darauf Bedacht genommen werden, dass die eintretende Strömung den anwesenden Personen in keiner Weise lästig falle.

Bis jetzt hat nur Herr General Morin einige Untersuchungen angestellt, welche diesfalls dienlich sein könnten.

Er hat nämlich für verschiedene Fälle (freilich zu anderem Zwecke) die Grenzflächen bestimmt, zwischen welchen die Bewegung eines Luftstromes vor sich geht, der aus grösseren Mündungen in's Freie austritt.

Im Bibliothekssaale des Conservatoire des Arts et Métiers wurde über eine im Fussboden liegende Einströmungsöffnung ein prysmatischer aus Holz construirter Schlauch aufgestellt, dessen Höhe 2.20^m maass und der zum Querschnitte ein Quadrat von 0.52^m Seitenlänge hatte.

Am höchsten Theile desselben ward ein Apparat angebracht, welcher, im rechten Winkel davon abbiegend, also mit einer horizontalen oberen Fläche, eine Ausströmungsöffnung bildete und so angeordnet war, dass er aus dem quadratischen Querschnitte des Schlauches überführte in ein gleich grosses, aber lang gezogenes Rechteck von 0.08^m Höhe auf 3.40^m Breite.

Durch diese eine offene Querschnittsfläche von $0.27 \square^m$ darbietende Mündung wurde nun Luft von verschiedenen Temperaturen mit wechselnden Geschwindigkeiten hindurch gejagt; während man gleichzeitig bestrebt war, mittelst Kerzenflammen oder Anemometer die Begrenzungen der jeweiligen Strömung aufzusuchen und dann graphisch zu fixiren.

Die Versuche mit warmer Luft von $61^\circ C.$ dürften hier nicht interessiren; hingegen will ich jener kurz erwähnen, welche mit kalter Luft angestellt worden sind.

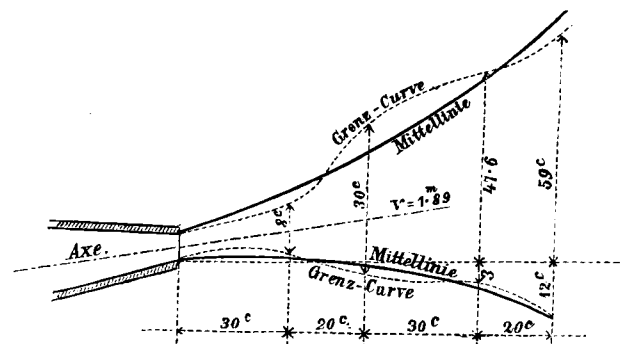
Die Temperatur des Saales betrug $16^\circ C.$ jene der Strömung nur $10^\circ C.$ Bei einem solchen Versuche mit der

mittleren Ausfluss-Geschwindigkeit von 0.45^m ward constatirt, dass, im Vergleiche zu den Kanten der Mündung, die Strömung sich in ihrer unteren Begrenzung um gar nichts gesenkt hatte; während sich die obere Grenzfläche derselben, in einer Entfernung von 0.90^m , um kaum mehr als 0.17^m gehoben hatte.

Ein anderes Experiment zeigte, dass auch bei der Geschwindigkeit von 0.77^m die untere Grenzfläche, von der Mündung weg, sich nicht nach abwärts senkte und dass im horizontalen Abstände eines Meters (1.00^m) von der Mündung die obere Begrenzung des Luftstromes sich bloss um 0.20^m über die Oberkante erhob.

Es waren also die unteren Begrenzungen der Strömung in beiden Fällen horizontale Flächen.

Ein dritter Versuch, bei welchem die mittlere Ausfluss-Geschwindigkeit 1.89^m per Secunde betrug und wobei man die Begrenzungen des austretenden Luftstromes mit Hilfe eines Anemometers, der noch Geschwindigkeiten von 0.14^m anzeigte, annäherungsweise bestimmt hatte, ergab folgendes Resultat:



Man ersieht aus vorstehender Figur, dass diese starke Strömung, welche 713^{kbm} Luft per Stunde lieferte, in der Entfernung von 1.00^m vor der Mündung sich nicht um mehr als 0.12^m gesenkt und nicht über 0.59^m gehoben hatte.

Anderweitige Untersuchungen zu dem gleichen Zwecke mit dem Modelle einer Theater-Loge angestellt, durch dessen doppelten (hohlen) Boden man einen kalten Luftstrom in den freien Raum des Experimentir-Saales austreten liess, lieferten ganz ähnliche Ergebnisse.

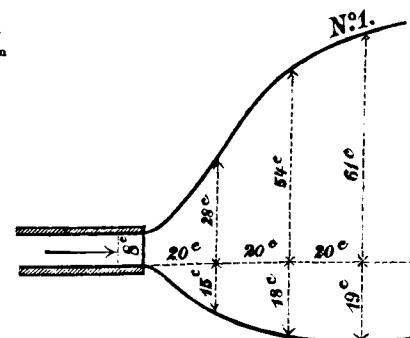
Die Dimensionen der Mündung waren diesfalls 0.08^m , auch 1.221^m .

Zur Erzeugung der Strömungen ward ein Ventilator benützt, und bestrebt man sich in diesen Fällen, die Grenzflächen der bewegten Luft mittelst Kerzenflammen möglichst genau zu bestimmen.

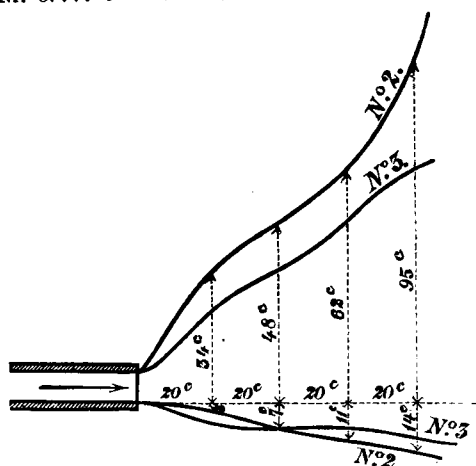
Von den so gewonnenen Resultaten mögen die folgenden drei hier Platz finden.

$$v = 0.71^m$$

$$M = 260^{kbm}$$



Nr. 2. ... $v = 1.01$... $M = 352 \text{ kbm}$
 Nr. 3. ... $v = 0.64$... $M = 223 \text{ kbm}$



Die im Vorhergehenden nur flüchtig berührten Versuche sind gewiss sehr interessant und lehrreich, indem sie den richtigen Weg angeben, den die Empirie zu betreten hätte, um zwar langsam, dafür aber sicher dereinst der Theorie die Hand reichen zu können.

Leider sind jedoch gerade an den letzteren Resultaten zwei Unterlassungen lebhaft zu bedauern. Es hätte unstrittig deren Werth im Allgemeinen bedeutend erhöht, wenn erstlich die Temperatur des Saales, in welchem sie zur Ausführung kamen, gleichfalls mit bezeichnet worden wäre; und wenn man zweitens den weiteren Verlauf der Strömungen, — oder mindestens die Entfernungen, in welchen sie sich von der Mündung weg noch fühlbar zeigten, auch nur ganz kurz angegeben haben würde.

Was den ersten Punct anlangt, so muss wohl unbedingt, selbst im schlimmsten Falle die Temperatur des Saales die gleiche mit jener der Strömung gewesen sein, da ja General Morin diese Untersuchungen speciell behufs Auffindung der Grenzcurven kalter Luft unternommen hatte.

Wahrscheinlich war also die Temperatur des Saales sogar eine höhere, als die des Stromes.

In Betreff des zweiten Punctes aber erlaubt das enorm rasche Anwachsen der Ordination des Durchschnittes den Rückschluss auf eine eben so rasche Abnahme der Geschwindigkeit.

Erwägt man zudem das gleichzeitige Auftreten von Wirbeln und Gegenströmungen, so wird wohl angenommen werden dürfen, dass die lebendige Kraft des Stromes bald nach dem Verlassen der Mündung aufgezehrt sein musste.

Es strömte also in allen vorerwähnten Fällen horizontal geleitete Luft mit verschiedenen, meist geringen Geschwindigkeiten ganz frei in einen Raum ein, dessen Temperatur höher war, als die der Strömung; und dennoch zeigen alle erhaltenen Resultate übereinstimmend, dass der kalte Luftstrom beinahe gar nicht oder doch nur um Weniges unter das Niveau der Mündung sank.

Der ungünstigste vorliegende Fall weist eine Senkung von nur 0.19° auf.

Diese Thatsache im Zusammenhalte mit dem ausgesprochenen Wunsche, die Ventilationsluft nicht an den Plafond zu leiten, kann also wohl dafür entscheidend sein, die Einströmungs-Oeffnungen von der Decke weg nach

herabzu zu verlegen; und vermag immerhin einige Beruhigung zu bieten, dass dies geschehen könne, ohne Gefahr zu laufen, das Auditorium durch einen directen Luftzug zu belästigen.

Der Vorschlag, den ich zu machen mich beehre, geht nun dahin:

Man möge:

I. Die Ventilationsluft nur auf die zulässig niedrigste Temperatur vorwärmen und

II. sie derart in den Raum einleiten, dass sie nicht auf den Plafond treffen könne, den sie sonst, wie gezeigt, bestreichen würde.

Mit der Erfüllung dieser beiden Bedingungen wird aber den Anforderungen, welche an eine richtige Ventilationsanlage gestellt werden, ganz und gar entsprochen, denn: die Aufgabe der Ventilation ist lediglich, zu allen Jahreszeiten gleichmässig reine Luft in der constanten Temperatur von 18 bis 20 Grad Celsius zu liefern und mit der im Raum befindlichen Luft kräftig zu vermengen.

Anders verhält es sich mit der Heizung!

Das halbe Jahr benöthigen wir sie gar nicht, — die andere Zeit aber kommen wir in die Lage, von ihr die verschiedensten Intensitätsgrade zu fordern.

Berücksichtigt man weiters, dass alle unsere Heizapparate die entwickelte Wärme nahezu direct an den Plafond der Räume liefern, was wir eben von der Ventilationsluft nicht wünschen, — — — so ergibt sich die Zweckmässigkeit, die Ventilationsanlage von der Heizeinrichtung für solche in Rede stehende Localitäten entweder ganz zu trennen, oder doch ihr gegenseitiges Verhältniss zu einem möglichst elastischen zu gestalten.

In Versammlungssälen wie in Theatern ist die Ventilation vor Eintritt des Publicums nicht nur gänzlich unnöthig, — sondern es würde durch dieselbe lediglich ein namhafter Verlust an aufgewendeter Wärme statthaben.

Man lasse also durch zweckentsprechende Heizapparate den Saal zuerst auf die nothwendige Temperatur vorwärmen.

Es lagern sich da die wärmsten Luftschichten offenbar wieder ganz knapp unter der Decke an, und kömmt so leider der grösste Theil der aufgewendeten Wärme den später eintretenden Personen gar nicht zugute.

Nehmen wir nun an, um nicht noch weitere Verluste unnütz zu erleiden, der Plafond stelle ein für allemal eine vollkommen geschlossene Fläche dar.

Gar bald nach Beginn der Versammlung werden die im Saale vertheilten Beleuchtungsapparate — besonders aber ein darin etwa angebrachter Luster, dieses gewiss schöne Decorationsmittel — im Vereine mit der Wärmeentwicklung aus dem Auditorium bewirken, dass jene im Obertheile des Raumes schon vorhandene hohe Temperatur sich bis auf die eingangs erwähnten 30° — 35° steigert.

Gleichzeitig werden auch die vorgedachten Lagerungen der Luft nach isothermen Schichten entstehen.

Benützen wir diese natürlichen, überall auftretenden Missstände für die Zwecke der Ventilation und trachten wir, die in der Höhe aufgespeicherte, für die Erwärmung

der Anwesenden verlorene Wärme, sowie die schichtenweise Lagerung der Luft indirect zu verwerthen.

Die Ventilation erfordert Luft in einer Temperatur von circa 20° Celsius.

Stellt man sich nun die Aufgabe, es solle die reine Luft dem Saale in einer solchen Höhe zugeführt werden, dass sie auf Schichten treffe, welche mit ihr eine nahezu gleiche Temperatur haben, so ist dadurch schon die Höhenlage der Zuflussstellen bedingt.

Weil jedoch bei Besprechung der Morin'schen Curven der Einfachheit wegen einige nebensächliche Factoren unberücksichtigt geblieben sind, so wären die Einströmungs-Oeffnungen am zweckentsprechendsten in einem Abstände von ungefähr 2½ bis 3 Meter vom Fussboden anzubringen.

Darnach lägen die Haupt-Beleuchtungskörper noch immer oberhalb derselben, was wohl unbedingt stets der Fall sein sollte.

Bezüglich der Abströmungs-Oeffnungen müsste besonders darauf Bedacht genommen werden, sie so zu vertheilen, dass die weitaus grössere Menge Luft vom Niveau des Fussbodens abgesogen werde, während nur ein kleiner Theil von der Decke weg entweichen könne.

Sollten beispielsweise 90 Percent der Saalluft durch Oeffnungen in der Nähe des Fussbodens abgeführt werden und bloss 10 Percent von der Decke abziehen können, so müssten sich die respectiven Querschnitte der Mündungen in ihren offenen Flächen verhalten wie 27 : 1.

Da also der zugeleitete Luftstrom eine nahezu gleiche Temperatur hat mit den Luftschichten, in welche er austritt, so wird man füglich auf die vorerwähnten Versuche General Morin's verweisen dürfen, und das um so mehr, als ja die tiefer liegenden Schichten sogar noch kälter, folglich dichter sind.

Ein zu rasches Sinken der Strömung ist demnach auf keinen Fall zu befürchten.

Bedeutend steigen kann aber die Ventilationsluft andererseits auch nicht, weil sie im Vergleiche zu den höher liegenden Schichten eine relativ geringe Temperatur hat und sohin dichter, d. h. schwerer ist.

Die höheren wärmeren Schichten werden da — um mit Professor Meissner zu sprechen — eine warme Haube bilden; — eine warme Haube, die, wie er meint, gar nicht ventilirt werden kann.

Professor Meissner, der zuerst die Existenz dieser warmen Haube in allen Wohnräumen nachgewiesen hat, — wo sie sich von der Höhe der Fensterstürze bis hinauf an die Decke erstreckt, — betrachtete dieselbe als einen argen Nachtheil, und das mit Recht, weil er speciell von Localitäten bescheidenster Dimensionen ausgeht und voraussetzt, dass dieselben fortdauernd benützt werden, also Wohnräume im eigentlichsten Sinne seien.

In unserem Falle wirkt diese warme Haube jedoch gerade höchst vortheilhaft, — indem durch sie die einströmende reine frische Luft viel mehr in dem Bereiche unserer Respirationsorgane erhalten wird.

Für die Zeit einer zwei- oder dreistündigen Sitzungsdauer kann es wohl von keinem Belange sein, dass oben an der Decke des Saales, wo sich ja Niemand aufhält, eine etwas hohe Temperatur herrscht.

Uebrigens wird es immer ein Leichtes sein, durch die erwähnten und regulirbaren Abströmungs-Oeffnungen in der Nähe des Plafonds diese warme Haube graduell entweichen zu lassen.

Will man die in Vorstehendem skizzirte Sachlage, die wohl nicht angefochten werden dürfte, festhalten, so zeigt sich, dass allerdings wieder ein kaum zu vermeidender todter Raum entsteht; allein derselbe liegt jetzt nicht mehr in dem vom Publicum besetzten Theile des Saales, sondern er ist hieraus vollkommen verdrängt und erstreckt sich nunmehr von der Decke nach abwärts bis ungefähr in die Höhe, in welcher die Einströmungen angebracht sind.

Durch dieses Ergebniss wird also der Saal in Bezug auf seine Höhe gewissermaassen verkleinert, und findet die angestrebte Ventilation thatsächlich nur in dem benützten Theile desselben statt.

Die zugeleitete Ventilationsluft, welche weder bedeutend steigen noch allzu rasch sinken kann, ist daher gezwungen, sich vor Allem im freien Raume des Saales nahezu horizontal auszubreiten und darin zu vertheilen, ehe sie, der künstlich wachgerufenen Strömung nach abwärts folgend, zu den Abzugs-Oeffnungen gelangen kann.

Diese in Vorschlag gebrachte Anordnung gewährt einige nicht unwesentliche Vortheile:

1. Wird die Ventilations-Capacität, also auch das kubische Quantum der zu mischenden Luft verringert; — es muss daher bei Querschnitten der Ventilations-Oeffnungen von gleicher Grösse wie in sonstigen Fällen, und bei gleichbleibenden Geschwindigkeiten, oder mit anderen Worten bei denselben Mengen zuströmender reiner Luft, die erzielte Verdünnung der gesundheitsschädlichen Stoffe in der verdorbenen Luft eine bedeutend grössere sein.

2. Muss auch die angestrebte Mischung weit inniger und energischer von statten gehen, weil die eintretende Strömung auf keine Flächen trifft, wodurch alle schädlichen Umfangsbewegungen von vornherein vermieden werden und ausserdem die zufließende Luft jenen von den Personen ausgehenden Aufstrom kreuzen muss, um zu den Abfluss-Oeffnungen zu gelangen.

Allerdings befinden sich in Folge dessen die Anwesenden in einem leichten Zuge, allein es wird dieser nicht einzelne Körpertheile der Individuen treffen, sondern stets die Personen nahezu vollständig umhüllen. Wo aber Ventilation herrschen soll, da muss wohl unbedingt die Luft in Bewegung sein.

Die Intensität der auftretenden Strömung vermag man übrigens jederzeit so zu regeln, dass sie gänzlich unfühlbar wird, und hat man sie vollkommen in der Macht durch die höchst einfache Berechnung der Querschnitte, welche den Ventilations-Oeffnungen gegeben werden sollen.

Ein nächster Vortheil ist:

3. Dass die einflussende frische Luft ziemlich lange ihre relativ niedrige Temperatur bewahren kann.

Da sie nämlich nicht auf so heisse Schichten trifft, wie solche stets unmittelbar unter der Decke lagern, so wird eine nachtheilige allzu rasche Erwärmung gewiss nicht platzgreifen können.

4. Kann sie ebenso auch nicht allzu sehr inficirt werden, bevor sie zu den Respirations-Organen der Anwesenden gelangt, indem ja doch der Weg, den sie von ihrer Eintrittsstelle bis dahin zurückzulegen hat, ein verhältnissmässig kurzer ist.

5. Endlich wird durch eine derartige Anordnung, wie ganz leicht begreiflich ist, jede anderweitige sogenannte Sommer-Ventilation vollkommen entbehrlich gemacht.

Zum Schlusse nur noch ein Wort über die Form der Ventilations-Oeffnungen.

Einzelne und wenige Mündungen mit grossen Höhen-Dimensionen sollten stets nach Thunlichkeit vermieden werden und dafür deren mehrere mit breiten und niederen Querschnittsformen zur Anwendung kommen.

Ihre weitere Decoration und Einfügung in die Saal-Architektur ist dann Sache des Architekten in seiner Eigenschaft als Künstler.

Der Verfasser schliesst seinen Vortrag mit Folgendem:

Alle die Angaben über die Bewegungserscheinungen der Luft in den verschiedenen ventilirten Räumen, welche ich hiemit dargelegt habe, sind Resultate von Beobachtungen, die durch die gewiegtesten Fachmänner freilich meist zu anderen Zwecken angestellt worden sind.

Ich habe nun den Versuch gewagt, dieselben zu einem Bilde zu vereinigen. Wenn ich jedoch anstatt eines Bildes, — wie ich es mir bewusst bin, — leider nur eine kaum grundirte Skizze geliefert habe, so liegt es wohl theilweise daran, dass meine schwachen Kräfte mir nicht erlaubten, die Contouren correcter und markanter zu zeichnen, andererseits aber auch in dem Umstande, dass die nicht grosse Zahl der vorhandenen Erfahrungsergebnisse es nicht zulies, die erforderlichen Farben intensiver und leuchtender aufzutragen.

Letzteres möchte ich insbesondere von den gewiss wichtigen Morin'schen Querschnitts-Curven gesagt haben.

Weitere systematische Untersuchungen von diesem Gesichtspunkte aus wären wohl unzweifelhaft höchst dankenswerth.

Würde es mir gelungen sein, durch meine bescheidenen Worte bei den Herren Architekten einiges Interesse für diese Sache erweckt zu haben, und hätte dies zur Folge, dass in einem der vielen eben in Ausführung begriffenen grossen Säle die Möglichkeit zu weiteren solchen Beobachtungen und Erfahrungen geboten würde, so könnte ich das von mir hiemit angestrebte Ziel als erreicht ansehen.

Brücke über die Adler bei Tynist

auf der Strecke Chotzen-Braunau der k. k. priv. österr. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft.

Von
Franz Kessler,
Ingenieur.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 28.)

Allgemeines. Wahl der Construction.

Die Brücke hat eine Lichtweite von 38^m, eine Stützweite von 39^m und ist für ein Geleise construirt. In Folge der gegebenen geringen Entfernung der Schienen-Nivelette von der Hochwasserhöhe musste die Fahrbahn zwischen die Hauptträger thunlichst tief gelegt werden. Um nun aber die Haupttragwände möglichst stabil zu machen, wurde für dieselben die Parabelform gewählt, weil diese eine grössere Höhe der Träger gestattet, mithin die Anbringung von oberen Querverbindungen zur seitlichen Absteifung der Tragwände, wenigstens in der Brückenmitte, ermöglicht.

Die Fahrbahn wird gebildet von Quer- und Schienenlängsträgern, auf welch letzteren Querhölzer zur Aufnahme der Schienen liegen.

Die Querträger sind an jedem Knotenpunkte des Hauptträgers situirt, und zwar in Entfernungen von 3^m; die Schienenlängsträger zwischen den Querträgern in einer Entfernung von 2^m.

Berechnung der Schienenlängsträger.

Dieselben haben eine Stützweite von 3^m und da die Entfernung von einander 2^m beträgt, entfallen auf einen Längsträger nachstehende Belastungen:

Zufällige Last, entsprechend der Verordnung der	
k. k. General-Inspection 3·6666 ^{kg}	20.000 ^{kg}
Permanente Last, und zwar:	
Eigengewicht des Trägers	360 ^{kg}
Gewicht der Schwellen und der Bedielung	743 ^{kg}
Gewicht des Oberbaues	132 ^{kg}
Zusammen	21.235 ^{kg}

Das dieser Belastung entsprechende Kraftmoment beträgt für die Mitte des frei aufliegend gedachten Trägers:

$$M = \frac{Ql}{8} = \frac{21235 \cdot 300}{8} = 796300 \text{ kg.cm.}$$

Das Trägheitsmoment des Träger-Querschnittes, welcher aus Fig. 1 und 6 entnommen werden kann, ist $t = 17629$ in Centimeter; somit die Inanspruchnahme des Trägers, wenn $\frac{h}{2}$ die Entfernung der gespanntesten Faser von der neutralen Achse bedeutet,

$$J = \frac{M \frac{h}{2}}{t} = \frac{796300 \cdot 15}{17629} = 678 \text{ kg pr. } \square \text{ cm.}$$

Berechnung der Querträger.

Die in Rechnung gesetzte Stützweite der Querträger beträgt 4·7^m.

Auf einen Knotenpunkt desselben entfallen die von den Längsträgern übertragenen Lasten von 21235^{kg}. Somit

wird das Kraftmoment für die Mitte des frei aufliegend gedachten Trägers $M_1 = 21235 (235 - 100) = 2866700 \text{ kg.cm}$. Wird das Eigengewicht des Querträgers mit 180 kg per laufenden Meter angenommen, so erhalten wir das demselben entsprechende Kraftmoment in der Mitte des Trägers mit:

$$M_2 = \frac{1 \cdot 80 \cdot 470^2}{8} = 49700 \text{ kg.cm.}$$

Die Summe der beiden Kraftmomente ist mithin $M = 2916400 \text{ kg.cm}$.

Die Inanspruchnahme der gespanntesten Faser des Trägers, der aus Fig. 6 ersichtlich ist, beträgt sonach:

$$J = \frac{M \frac{h}{2}}{t} = \frac{2916400 \cdot 25}{94700} = 769 \text{ kg pr. } \square \text{ cm.}$$

Berechnung der Hauptträger.

Die Hauptträger haben eine Stützweite von $39 \cdot 0 \text{ m}$, sind in 13 Fächer geteilt, haben in der Mitte eine Höhe von $5 \cdot 6 \text{ m}$ und an den Enden eine solche von $1 \cdot 1 \text{ m}$ von Schwerpunkts- zu Schwerpunktsachse. Da die obere Gurtung nach einer Parabel gekrümmt ist, so ergeben sich für die einzelnen Knotenpunkte nachfolgende Höhen aus

$$H_n = 5 \cdot 7 - \frac{H-h}{l^2} x^2,$$

$$\text{worin } H = 5 \cdot 7, h = 1 \cdot 1 \text{ und } l = \frac{39}{2}$$

bedeuten, $H_0 = 1 \cdot 100$, $H_1 = 2 \cdot 406$, $H_2 = 3 \cdot 495$, $H_3 = 4 \cdot 366$, $H_4 = 5 \cdot 019$, $H_5 = 5 \cdot 455$, $H_6 = 5 \cdot 673 \text{ m}$.

Die Achsen der Hauptträger liegen $4 \cdot 9 \text{ m}$ von einander entfernt, und es entfallen demnach auf beide Hauptträger nachstehende Belastungen:

14 Stück Querträger	12390 ^{kg}
26 „ Längsträger	10608
39 „ Querschwellen	10725
Bedielung	8599
Oberbau	3432
Windstreben	1794
	<hr/> 47548 ^{kg}

Dies gibt per laufenden Meter 1220^{kg}

Gewicht der beiden Hauptträger per laufenden Meter 1130

Summe der permanenten Last per laufenden Meter 2350^{kg}

Zufällige Last per laufenden Meter Geleise . . . 4000^{kg}

Für einen Träger somit per laufenden Meter per-

manente Last 1175

Zufällige Last 2000

Gesammtlast: 3175^{kg}

daher Knotenbelastung: 9525^{kg}

Die Kraftmomente in den einzelnen Knotenpunkten bei gleichförmig verteilter Belastung des ganzen Trägers sind, da die Auflagerreaction 57150 kg beträgt, folgende:

$$\begin{array}{ll} M_0 = 0 & M_4 = 514350 \text{ kg.m} \\ M_1 = 171450 \text{ kg.m} & M_5 = 571500 \\ M_2 = 314325 & M_6 = 600075 \\ M_3 = 428625 & \end{array}$$

Die Winkel der Gurtungssehn mit der Horizontalen sind:

$$\begin{array}{ll} \beta_1 = 23^\circ 31' 43'' & \beta_4 = 12^\circ 16' 45'' \\ \beta_2 = 19^\circ 57' & \beta_5 = 8^\circ 16' \\ \beta_3 = 16^\circ 11' 29'' & \beta_6 = 4^\circ 10' \end{array}$$

Demnach ergeben sich für die oberen Gurtungsteile

$$\text{folgende Kräfte } O \text{ aus } O_n = M_n \frac{1}{\cos \beta_n H_n}:$$

$$\begin{array}{ll} O_1 = 77719 \text{ kg} & O_5 = 105853 \text{ kg} \\ O_2 = 95685 & O_6 = 106058 \\ O_3 = 102224 & O_7 = 105778 \\ O_4 = 104884 & \end{array}$$

Der grössten Druckkraft von 106058 kg entsprechen $132 \cdot 58 \square \text{ cm}$ Querschnittsfläche bei einer Inanspruchnahme von 800 kg pr. $\square \text{ cm}$. Mit Rücksicht auf die Knickfestigkeit wurde der oberen Gurtung ein Querschnitt von $141 \cdot 18 \square \text{ cm}$ gegeben.

Für die untere Gurtung werden die Kräfte aus

$$U_n = \frac{M_{n-1}}{H_{n-1}} \text{ bestimmt:}$$

$$\begin{array}{ll} U_1 = 0 & U_5 = 102480 \text{ kg} \\ U_2 = 71259 \text{ kg} & U_6 = 104766 \\ U_3 = 89356 & U_7 = 105777 \\ U_4 = 98173 & \end{array}$$

Der grössten Zugkraft von 105777 kg entspricht bei einer Inanspruchnahme von 800 kg pro $\square \text{ cm}$ der Querschnitt von $132 \cdot 23 \square \text{ cm}$. Ausgeführt ist die untere Gurtung mit einem wirksamen Querschnitt von $132 \cdot 94 \square \text{ cm}$ bis auf die Felder U_1 und U_2 (Fig. 2 und 3), welche einen Querschnitt von $99 \cdot 34 \square \text{ cm}$ haben.

Zur Ermittlung der Kräfte in den Zug- und Druckstreben ist die Bestimmung der Kraftmomente und Transversalkräfte bei einer von einem Auflager bis zur Mitte jedes Faches vorrückenden zufälligen Belastung erforderlich. Die Kräfte in den Diagonalstreben werden dann

$$N_n = \frac{1}{\cos \varphi_n} \left(\frac{M_n}{H_n} - \frac{M_{n-1}}{H_{n-1}} \right).$$

Für die einzelnen Belastungsfälle sind:

$$\begin{array}{ll} \frac{M_1}{H_1} - \frac{M_0}{H_0} = 53483 & \frac{M_7}{H_7} - \frac{M_6}{H_6} = 5130 \\ \frac{M_2}{H_2} - \frac{M_1}{H_1} = 21218 & \frac{M_8}{H_8} - \frac{M_7}{H_7} = 4460 \\ \frac{M_3}{H_3} - \frac{M_2}{H_2} = 11803 & \frac{M_9}{H_9} - \frac{M_8}{H_8} = 3679 \\ \frac{M_4}{H_4} - \frac{M_3}{H_3} = 8443 & \frac{M_{10}}{H_{10}} - \frac{M_9}{H_9} = 2539 \\ \frac{M_5}{H_5} - \frac{M_4}{H_4} = 6806 & \frac{M_{11}}{H_{11}} - \frac{M_{10}}{H_{10}} = 519 \\ \frac{M_6}{H_6} - \frac{M_5}{H_5} = 5864 & \frac{M_{12}}{H_{12}} - \frac{M_{11}}{H_{11}} = -4355 \end{array}$$

Die Neigungswinkel φ der Diagonalstreben gegen die Horizontale sind:

$\varphi_1 = 26^\circ 19' 1''$	$\varphi_7 = 62^\circ 7'$
$\varphi_2 = 38^\circ 43' 75''$	$\varphi_8 = 62^\circ 7'$
$\varphi_3 = 49^\circ 41' 5''$	$\varphi_9 = 61^\circ 11' 4''$
$\varphi_4 = 55^\circ 30'$	$\varphi_{10} = 59^\circ 8'$
$\varphi_5 = 59^\circ 8'$	$\varphi_{11} = 55^\circ 30'$
$\varphi_6 = 61^\circ 11' 4''$	$\varphi_{12} = 49^\circ 41' 5''$

daher:

$N_1 = 59671^{kg}$	$N_7 = 10931^{kg}$
$N_2 = 27199$	$N_8 = 9503$
$N_3 = 18245$	$N_9 = 7635$
$N_4 = 14906$	$N_{10} = 4932$
$N_5 = 13220$	$N_{11} = 917$
$N_6 = 12170$	$N_{12} = -5923$

Die diesen Kräften zukommenden Querschnitte sind auf dem Zeichnungsblatte in Fig. 8 angegeben und entsprechen einer Inanspruchnahme von 800^{kg} pr. \square^{cm} . Die Kräfte in den Verticalstreben bestimmen sich aus nachfolgender Gleichung:

$$V_{m-1} = -V_m + P_0 - \frac{M_{m-1}}{H_{m-1}} \tan \beta_{m-1},$$

worin P_0 die Knotenlast der oberen Gurtung bedeutet, in diesem Falle = 848^{kg} . Demnach wird

$V_1 = 20922^{kg}$	$V_4 = 7617^{kg}$
$V_2 = 12432$	$V_5 = 6594$
$V_3 = 9218$	$V_6 = 5466$

Mit Rücksicht auf die Knickfestigkeit der langen Streben wurde ein und derselbe Querschnitt von 4 Winkeln mit der wirksamen Fläche von $35 \cdot 84 \square^{cm}$ für alle Verticalstreben verwendet.

Die Nieten der Hauptträger wurden mit 22^{mm} , die der Quer- und Längsträger mit 18^{mm} Durchmesser genommen.

Die Eisenconstruction hat ein Gesamtgewicht von 56080^{kg} , daher per laufenden Meter Stützweite 1438^{kg} . Die gesammte Auflager-Construction der Kippelager (Fig. 4) wiegt 1798^{kg} . Mithin Gusseisen und Schmiedeeisen zusammen 57878^{kg} oder per laufenden Meter Stützweite = 1484^{kg} oder per laufenden Meter lichte Brückenweite = 1523^{kg} .

Die Brücke zeigte bei der Erprobung mit 3 Lastzugmaschinen im Gesamtgewichte von $188 \cdot 6$ Tonnen, d. i. 4890^{kg} per Meter Geleise gegen 4000^{kg} , welche der Berechnung zu Grunde gelegt waren, eine elastische Einsenkung von 20^{mm} , d. i. $\frac{1}{1950}$ der Stützweite.

Ausgeführt wurde die Eisenconstruction von dem Werke Körösy in Graz und wurden die Pläne hiefür im Constructionsbureau der Staatsbahn unter der Leitung des Baudirectors Herrn Aug. de Serres und des General-Inspectors Herrn Heinrich Schmidt ausgearbeitet.

Eingesendet.

New-York, den 20. Juni 1876.

An die Redaction der Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins.

Mit den in Ihrer Zeitschrift Band XXVI enthaltenen kritischen Bemerkungen des Herrn Dr. E. Winkler bezüglich meines Aufsatzes über amerikanische Brücken (Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure) wurde ich erst durch die Uebersetzung von Herrn E. Pontzen's Aufsatz über den Verrugas-Viaduct bekannt. Daher meine verspätete Erwiderung.

Herr Winkler hat zwei Stellen meiner Arbeit zerschnitten quotirt, wodurch er befangene und auf seine Worte schwörende Leser glauben macht, dass ich der Theorie unkundig sei, und deshalb es keines weiteren Beweises bedürfe, um meine Schrift zu verdammen.

Ich habe geschrieben: „Wenn wir nun berücksichtigen, wie umständlich und langwierig die Berechnung und das Entwerfen der krummlinigen Brücken ist“. Herr Winkler aber setzt langweilig statt langwierig und lässt den Passus „und das Entwerfen“ ganz weg. Aber hiedurch täuscht Herr Winkler die Leser Ihrer Zeitschrift.

Ferner befasste ich mich in den Jahren 1867 bis 1870 eingehend mit der Verbesserung der Formeln und Construction von continuirlichen Brücken *), und habe neben Berechnung des Einflusses von Reactions-Federsystemen, von Reactions-Wiege-Apparaten namentlich auch ein Analogon der Clapeyron'schen Formel ausgearbeitet, worin jedes Glied einer hohen Fachwerkbrücke, also namentlich auch die Wand entsprechend berücksichtigt ist **).

Diese Rechnung muss ohne Differential- und Integralrechnung angestellt werden und ist die Herstellung der betreffenden Formeln allerdings eine mühevollere, wenn auch nur eine algebraische Arbeit.

Die von Herrn Professor Dr. E. Winkler gelieferte Theorie continuirlicher Träger dagegen ist die ganz gewöhnliche seit Langem bekannte und überall wiedergedruckte. Sie ist mangelhaft für tiefe Fachwerksträger um ohngefähr 25 Percent, weil die von der Wand herrührenden Biegungen unberücksichtigt sind; sie ist unrichtig, weil die Elasticitäts-Moduli nicht gleich angenommen werden dürfen (sie wechseln von 1.2 bis über 2.8 Millionen Kilogr. per Quadrat-Centimeter). Sie ist ferner unrichtig, weil die Wand bei einem mehrfachen Systeme in einem continuirlichen Träger erst recht nicht berechnet werden kann; sie ist auch in ihren Folgerungen unrichtig, weil diejenigen Theile, welche abwechselnd Druck und Zug erfahren, auf die Summe von Druck und Zug construirt werden müssen, um mit anderen Theilen gleiche Lebensdauer zu haben. Weiterhin sollten continuirliche Träger auf die Zusatzspannungen berechnet und construirt werden, welche dadurch entstehen, dass eine oder die andere Gurte durch die Bahn gegen die Sonne und gegen kalte Winde geschützt ist ***). Aber hiedurch entstehen Spannungen, die für amerikanische Temperaturen an einzelnen Stellen zu über 50 Percent anwachsen, von den sonst gerügten Mängeln continuirlicher Brücken ganz abgesehen. Ausserdem führt die alte von Herrn Professor Winkler liebevoll behandelte Theorie unter Voraussetzung entsprechender Verhältnisse auch nicht einmal zu einer Ersparniss dem einfachen Whipple'schen Fachwerksträger gegenüber.

Was nun aber Herrn Whipple'schen Fachwerksträger gegenüber. Was nun aber Herrn Whipple'schen Fachwerksträger gegenüber. Was nun aber Herrn Whipple'schen Fachwerksträger gegenüber. Was nun aber Herrn Whipple'schen Fachwerksträger gegenüber. Was nun aber Herrn Whipple'schen Fachwerksträger gegenüber.

*) Vergleiche meinen Aufsatz in den Verhandlungen des American society of Civil-Engineers, den ich gleichzeitig absende.

**) Vergleiche pag. 190, 5^o und pag. 198 meines Aufsatzes.

***) Vergleiche die Facta, welche in meinem Aufsatz über diesen Gegenstand angeführt sind.

In diesem höchst beachtenswerthen kleinen Buche berechnet und construirt graphisch Herr Whipple die Gurt- und Maximal-Wandspannungen von Parabelträgern (von Whipple erfunden, patentirt und 1840 zuerst gebaut). Er bestimmt auch die Pfostendrucke, die er aber für Strassenbrücken so klein findet, dass eine starke Rundstange zur Bewältigung genügt. Herr Whipple verwirft schon damals der geringeren Seitensteifigkeit wegen Parabelträger für den Gebrauch von Eisenbahnen und weiss schon damals (der Herr Professor Dr. E. Winkler behauptet in seinem Brückenwerke merkwürdigerweise das Gegentheil), dass Parabelträger um 5—10 Percent schwerer sind als die gleichfalls von Whipple erfundenen Parallel-Fachwerksträger mit geneigten Endpfosten. Herr Whipple in demselben Büchlein bestimmt die vortheilhafteste Strebenneigung zu 45° , betrachtet zum ersten Mal einen klar verstandenen Doppel-Warren oder Neville-Träger mit nur zwei Gurten, er bestimmte schon damals die vortheilhafteste Trägerhöhe zu $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{6}$ und sogar $\frac{1}{4}$ der Spannweite, construirte theoretisch richtige Querträger aus Gusseisen und Schmiedeeisen, bestimmt die Maximalspannungen des Eisens zu beiläufig unseren heutigen Werthen und erfindet das jetzt dem Engländer Ordish zugeschriebene Hängebrückensystem mit Gelenkverbindungen, das er für Spannweiten über 150^m für Eisenbahnbrücken vorschlägt. Auch stellte Herr Whipple werthvolle Zerdrückungsversuche über Gusseisen an. Endlich hat Herr Whipple das sehr hohe Verdienst, bereits im Jahre 1846 die von Stephenson vorgeschlagene Röhrenbrücke zu verwerfen und einen Whipple'schen Fachwerksträger vorzuschlagen, der nach seinen genauen Rechnungen mit Spannungen von 844^{ks} per Quadrat-Centimeter in den Gurten (die Britannia-Brücke hat höhere) nur $\frac{2}{3}$ so viel wiegt wie die Röhre.

In der That hat Herr Whipple in seinem klaren Büchlein, prophetisch so zu sagen, genau diejenigen Principien aufgestellt, die wir heute als richtig befolgen. Doch standen ihm zu seinen Details in damaliger Zeit nur Gussstücke und Zugstangen zur Verfügung, und konnten daher die Details seit jener Zeit noch wesentlich verbessert werden.

Es ist zu bedauern, dass selbst für seinen Aufsatz im XXVI. Bande Ihrer Zeitschrift der Herr Professor Dr. E. Winkler noch immer nicht bessere Informationen über amerikanische Constructionen eingeholt hat. Er irrt, wenn er sagt, man baue in Amerika mit geringerem Sicherheitsgrade. Wir strengen unsere Zugglieder auf 700^{ks} pr. Quadrat-Centimeter an, und sind die von uns vorgezogenen Druckglieder nicht allein stärker, sondern auch weniger angestrengt als europäische. Unsere Zugglieder brechen im Durchschnitte mit 3600^{ks} pr. Quadrat-Centimeter (nicht unter 3000, doch manche über 4100), während unsere Versuche, mit unter hydraulischem Druck genieteten Stäben desselben Materiales und desselben Querschnittes (76 zu 19^{mm}) und mit derselben Versuchsmaschine angestellt, im Durchschnitte nur 2500, im Maximum nur 3000, im Minimum sogar nur 1500^{ks} pr. Quadrat-Centimeter aushielten (vergleiche Report des Consulting, Thomas Lovett die Cincinnati Southern Rail-Road 1875).

Auch behauptet Herr Professor Dr. E. Winkler mit Unrecht, dass wir einen weitgehenden Gebrauch von Gusseisen machen. Auch ist es nicht wahr, dass wir combinirte Systeme lieben. Dieses geschah nur von Fink und ausnahmsweise hie und da. Im Gegentheil, wir ziehen einfache Systeme oder doppelte Systeme entschieden vor. Auch sind die schmiedeisernen hohlen Säulen aus Segmenteisen nicht zuerst in Phoenixville angefertigt worden. Sie sind vielmehr eine Erfindung des Franzosen Schweikardi dit Aubert (1854—1856), wurden in Frankreich patentirt und zuerst von Dupont & Dreifuss früher in Ars-sur-Moselle angefertigt, in deren Album von 1861 sie gefunden werden können. Hier wurden selbe 1862 patentirt.

Herr Professor Dr. E. Winkler bemerkt in eben seinem Aufsatze, dass wohl in Amerika auch Hartwig-Oberbau versucht worden sei, da bei der beschriebenen Brücke ähnliche Schienen verwendet seien. Diese Bulbträger finden im Schiffbau ausgedehnte Verwendung und führen den Namen Deckbeams. In einem Lande, wo Schwellen billig sind, kann kaum an einen ganz eisernen Oberbau gedacht werden.

Endlich sind weder die Louisviller Ohio-Brücke, noch die Trenton-Brücke der Pennsylvaniabahn Repräsentanten des modernen amerikanischen Brückenbaues; die letztere ist vielmehr ein warnendes Exempel, wie viel besser es ist, dass eine Bahn für die Construction ihrer Brücken sich

direct an die leitenden Brückenfirmen wenden solle, statt zu erlauben, dass die Bahningenieure auf Kosten der Gesellschaft constructive Experimente machen.

Mit den nun mehr und mehr übereinstimmenden typisch amerikanischen und beliebten Constructionen kann man sich dagegen am besten bekannt machen, wenn man die Bauwerke guter Firmen, der Baltimore, American, Keystone und namentlich der Phoenixville Bridgeworks studirt.

Bei ernstem Eingehen auf diese Studien, nach Weglegung trügerischen algebräischen Formelballastes wird auch der Herr Professor Dr. Winkler zur Einsicht gelangen, dass das wirklich Wissenswerthe der Theorie des Brückenbaues von Jedem, der mathematisch-mechanische Vorkenntnisse besitzt, theils sehr rasch erlernt, theils sofort selbst errechnet werden kann, während die Aneignung der Kenntnisse des Materials, der Detailanordnung, der Arbeitskosten und Schwierigkeiten, Aufstellung etc. etc., etwa ebenso viele Jahre nimmt, als der andere Theil Tage erfordert.

Hinsichtlich dieses Satzes bin ich erst so recht gründlich bestärkt worden, seitdem ich zu meiner Orientirung über die Urtheilsberechtigung des Herrn Professor Dr. E. Winkler dessen Schriften über Brückenbau, Erddruck etc. durchgesehen habe.

Achtungsvoll

Charles Bender, C. E.

Wien, den 8. Juli 1876.

Es sei mir gestattet, hierzu die folgenden Bemerkungen zu machen.

Wenn ich Herrn Bender für einen Nichttheoretiker hielt, so musste ich durch die von ihm gemachten Bemerkungen unbedingt hierzu geführt werden. Andere sprachen genau dieselbe Ansicht aus. Er nennt z. B. die Berechnung der krummgurtigen Brücken umständlich und langwierig (das langweilig ist ein Druckfehler; es ist nicht meine Sitte, Worte absichtlich zu verdrehen), was beim jetzigen Stande der Theorie durchaus nicht der Fall ist; die Gesetze für die Berechnung eines Parabelträgers sind sogar einfacher, als wie für einen Parallelträger. Er sagt ferner, dass es ihm viele Mühe gemacht habe, einen Ausdruck für die Beziehungen dreier auf einander folgender Pfeilmomente bei continuirlichen Trägern zu finden; dass er dabei auch auf die Gitterwand Rücksicht genommen habe, was allerdings Mühe verursacht, sagt Herr Bender nicht. Als er ferner sagte, dass zur Erlernung des Werthvollen der Theorie ebenso viele Tage gehören, als zur Aneignung der praktischen Kenntnisse Jahre nöthig sind, sagte er nicht, dass er dabei voraussetze, der Betreffende sei in der Mathematik und Mechanik vollständig vorgebildet. Welche Zeit Jemand zur Aneignung der theoretischen Kenntnisse nöthig hat, kommt ebenso auf die Vorkenntnisse, auf die Befähigung, auf den Fleiss und die Gelegenheit an, wie bei den praktischen Kenntnissen. Jemanden einen einfachen Gitterträger mit parallelen Gurten berechnen zu lehren, erfordert bei entsprechenden Vorkenntnissen freilich nicht viel Zeit. Damit ist es aber bei uns nicht abgethan; die Theorie krummgurtiger Brücken, der continuirlichen Träger, der Hänge- und Sprengwerksträger, der verschiedenen Arten von Bogenträgern, der Gewölbe mit eingehender Berücksichtigung der gefährlichsten Belastung, die Aufsuchung der zweckmässigsten Anordnung der einzelnen Formen u. s. w., das sind freilich Sachen, die viel Mühe machen, die aber Herr Bender nicht zu dem Werthvollen der Theorie zu rechnen scheint. Um zu zeigen, wie wenig Herr Bender auf die Arbeiten über diese Sachen zu halten scheint, erlaube ich mir die Worte zu citiren, mit welchen er in höchst nobler Weise die deutschen Theoretiker in der „Railroad gazette“, 1876, 12. Mai, schilderte.

„Umfassende Versuche mit genieteten Verbindungen, wie sie in der Praxis angewendet werden, wurden auf dem Continente nie angestellt. Ganze ausgeführte Träger gleich jenen, auf welche man sich in der Praxis verlässt, wurden noch nie geprüft. Aber was rücksichtlich solcher wahrhaft wissenschaftlicher Untersuchungen, welche seit Einführung des Experiments die Fortschritte veranlasst hatten, verabsäumt wurde, das haben continentale und insbesondere deutsche Pro-

fessoren der Ingenieurbaukunde durch luftige, auf falschen physikalischen Grundlagen aufgebaute theoretische Schlüsse ersetzen zu können geglaubt. Die Mehrzahl von ihnen hat zwar den Aristoteles zur Seite gelegt; aber die scholastische Methode wurzelt noch tief in ihren Gehirnen.

Männer der Praxis haben Kunst und Wissenschaft gefördert, welche diese, in einer unmöglichen Welt ihrer eigenen Vorstellung lebenden Professoren durch den Nebel ihrer Pseudo-Wissenschaft nur verschleierten. Bücher, mit dem unverständlichsten, unverlässlichsten und betrüglichsten mathematischen Schutte erfüllt, gingen aus ihren Studirstuben hervor.

Während in den Vereinigten Staaten der natürliche Studiengang die Ingenieure dahin führt, ein Fach durchaus zu studiren, wird den deutschen Studenten insgesamt eine Himmel und Erde umfassende Wissenschaft gelehrt, und einmal auf diesem „rechten Geleise“, folgen die meisten demselben bis an ihr Lebensende und von der Vortrefflichkeit ihrer wissenschaftlichen Erziehung, sowie der Stärke ihrer theoretischen Kenntnisse überzeugt, lassen sie, einmal zu Stellungen gelangt, nicht einmal den Versuch zu, ihnen zu beweisen, dass das, was sie für Wissenschaft halten, blosser unnützer Ballast sei.“

Nachdem nun Herr Bender speciell auf mich geschimpft, fährt er fort:

„In der That, er und viele Andere missbrauchen die Gegenstände des Ingenieurfaches, um gewöhnliche algebraische Uebungen zu machen. Der Calcul der zweckmässig ausführbaren Brückenconstructionen ist äusserst einfach, so dass er jedem verständigen Handwerker in kurzer Zeit gelehrt werden kann. Aber jene Professoren, anstatt die Probleme zu vereinfachen, haben nur das Talent, sie zu compliciren. Sie sind durchaus seicht und oberflächlich, was die zu Grunde gelegten physikalischen Annahmen anlangt, dagegen äusserst reich an Formeln, deren grösster Theil schlechter als werthlos ist. Da aber die Schuljungen (school-boys), in deren Mitte sie leben, keine Zweifel an der Wahrheit dessen, was das Orakel sagt, auszusprechen wagen oder das im Stande sind, so fallen die Schulmeister in den Aberglauben, dass Alles, was sie schreiben, purer Weizen sei, was doch nur Häckerling ist, und dass sie selbst die sicheren Pfeiler des Kunstfleisses seien.“

Ich überlasse Jedem, hierüber zu denken, was er will. Ich würde es auch unter meiner Würde halten, auf einen, in so unwürdiger Weise geführten Angriff zu antworten.

Was das von Herrn Bender über continuirliche Träger Gesagte anlangt, so habe ich in meinem Buche „Aeusserer Kräfte gerader Träger“ nicht mehr geben wollen, als sich nach der gewöhnlichen Biegunstheorie erreichen lässt. Der Einfluss der Gitterwand und der Temperatur wird in dem Hefte über „Innere Kräfte gerader Träger“ behandelt werden.

Wenn bei uns in der Mittheilung über amerikanische Brücken Unvollkommenheiten zu finden sind, so liegt dies nicht am bösen Willen,

sondern an der Mangelhaftigkeit der Nachrichten, welche aus Amerika herüber kommen. Erst in der neuesten Zeit ist hierin einige Besserung eingetreten. Unsere in Amerika lebenden Fachgenossen sollten es sich angelegen sein lassen, bei uns über die dortigen Leistungen besseres Licht zu verbreiten. Es wäre dies lobenswerther, als derartige Anschuldigungen, wie sie Herrn Bender beliebten.

Was die Beanspruchung der amerikanischen Brücken anlangt, so gebe ich zu, dass jetzt die angenommene Beanspruchung keine grössere ist, als bei uns. Die mir zur Zeit der fraglichen Publication vorliegenden Nachrichten liessen aber theilweise eine grössere Beanspruchung erkennen; ich habe daher auch nur gesagt, dass oft eine grössere Beanspruchung vorkomme. Combinirte Systeme, worunter ich solche verstehe, in denen die Spannungen nicht mehr nach den statischen Gesetzen bestimmt werden können, z. B. die Howe'schen, Rider'schen, Post'schen Brücken etc., wurden factisch in Amerika viel angewendet; der Fink'sche combinirte Hängewerksträger ist kein combinirtes System in diesem Sinne.

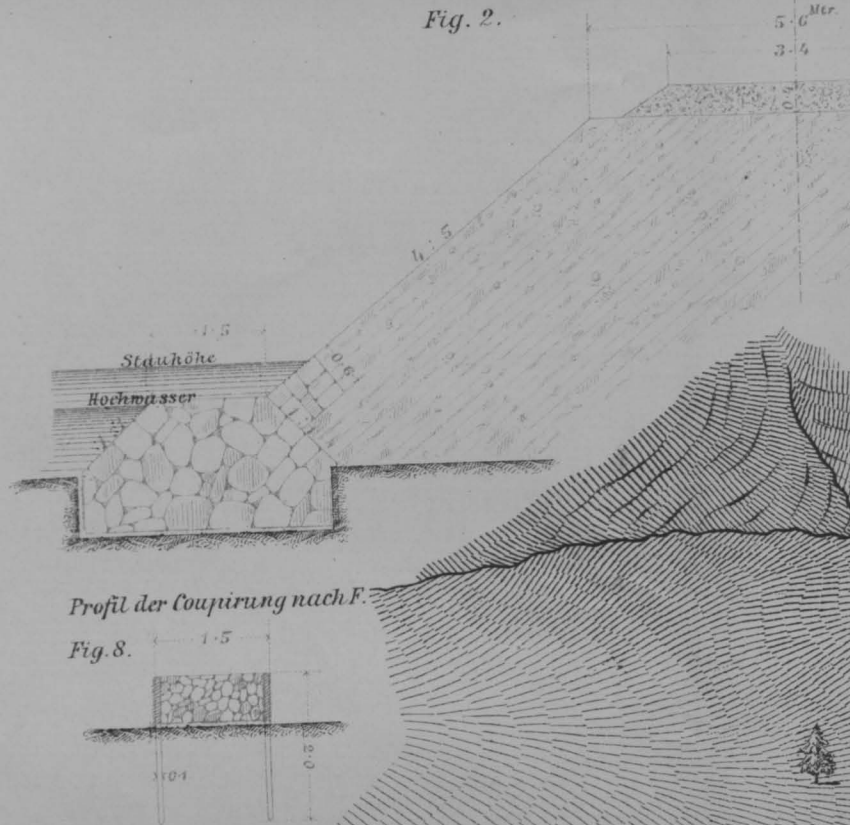
In der fraglichen Publication hatte ich nicht über amerikanische Brücken im Allgemeinen, sondern nur über die Vertretung des amerikanischen Brückenbaues auf der Wiener Weltausstellung zu berichten. Nur von den von mir beschriebenen Brücken waren Zeichnungen ausgestellt. Und in der That repräsentiren diese Brücken die amerikanische Constructionsweise im Allgemeinen. Die besten Vertreter mögen es allerdings nicht sein.

Herr Bender empfiehlt schliesslich das Studium der amerikanischen Brücken mit Weglassung trügerischer Formelballastes. Ja trügerisch können die Formeln in der That sein und gewiss haben sie schon Manchen betrogen. Unser Streben aber geht gerade dahin, uns nicht betrügen zu lassen, also immer mehr Klarheit in unsere Wissenschaft zu bringen. Das einfache Verwerfen aller Formeln ist nicht der rechte Weg. Da, wo wir der gemachten Voraussetzungen halber Mängel der Theorie fürchten, muss der Versuch zu Hilfe genommen werden. Das reine Experiment ohne Theorie ist verwerflich. Die wahre Wissenschaft besteht in dem Hand- in Handgehen der Theorie mit den Experimenten, wo letzteres erforderlich wird. Dass wir es am Experimente hätten fehlen lassen, wie Herr Bender meint, ist unwahr. Dass aber darin noch sehr viel zu leisten ist, wissen wir recht wohl selbst; wir wissen aber auch, dass noch eben so viel in der Theorie zu leisten ist. Ein hoher Berg lässt sich eben nur allmählig abtragen. Wenn die Engländer im Experimente mehr geleistet haben als die Deutschen und wenn sich dessen vielleicht auch einmal die Nordamerikaner werden rühmen können, so haben die Deutschen eine grössere Leistung in der Theorie aufzuweisen; beides aber ist gleich wichtig. Jedes Volk arbeitet aber nach seinen natürlichen Begabungen und seinen Mitteln. Ein collegialisches Zusammengehen in dieser Beziehung ist der Sache dienlicher, als kleinliche Hetzereien, wie sie von Herrn Bender beliebt werden.

E. Winkler.

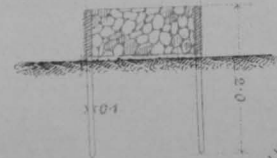
Steinwurf und Abpflasterung Hect. 84-1

Fig. 2.



Profil der Coupirung nach F.

Fig. 8.



KAMIENTICA-UND KAMIONKA-REGULIRUNG bei der Tarnow-Leluchower Staatsbahn, im Kilometer 84-0.

Profil des Steinspornes nach C.

Fig. 5.

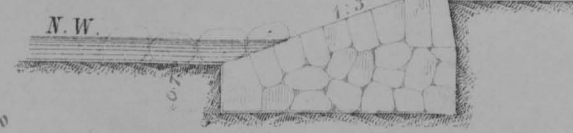
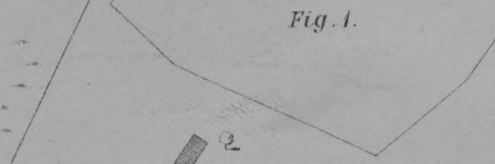
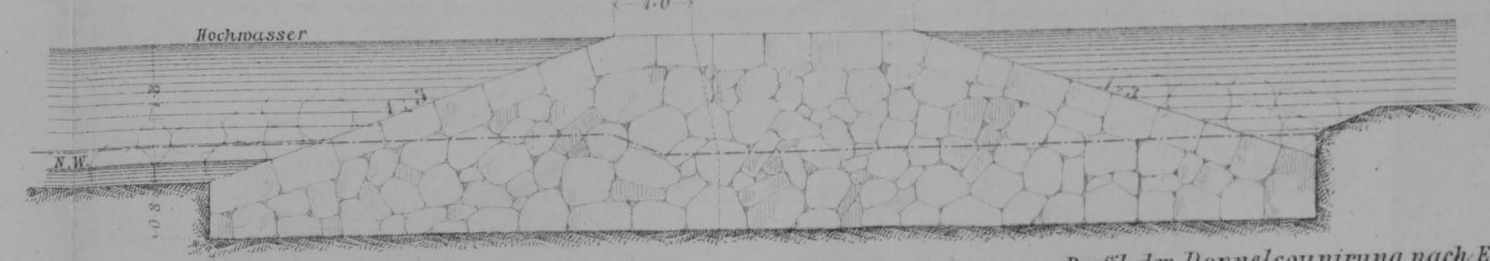


Fig. 1.



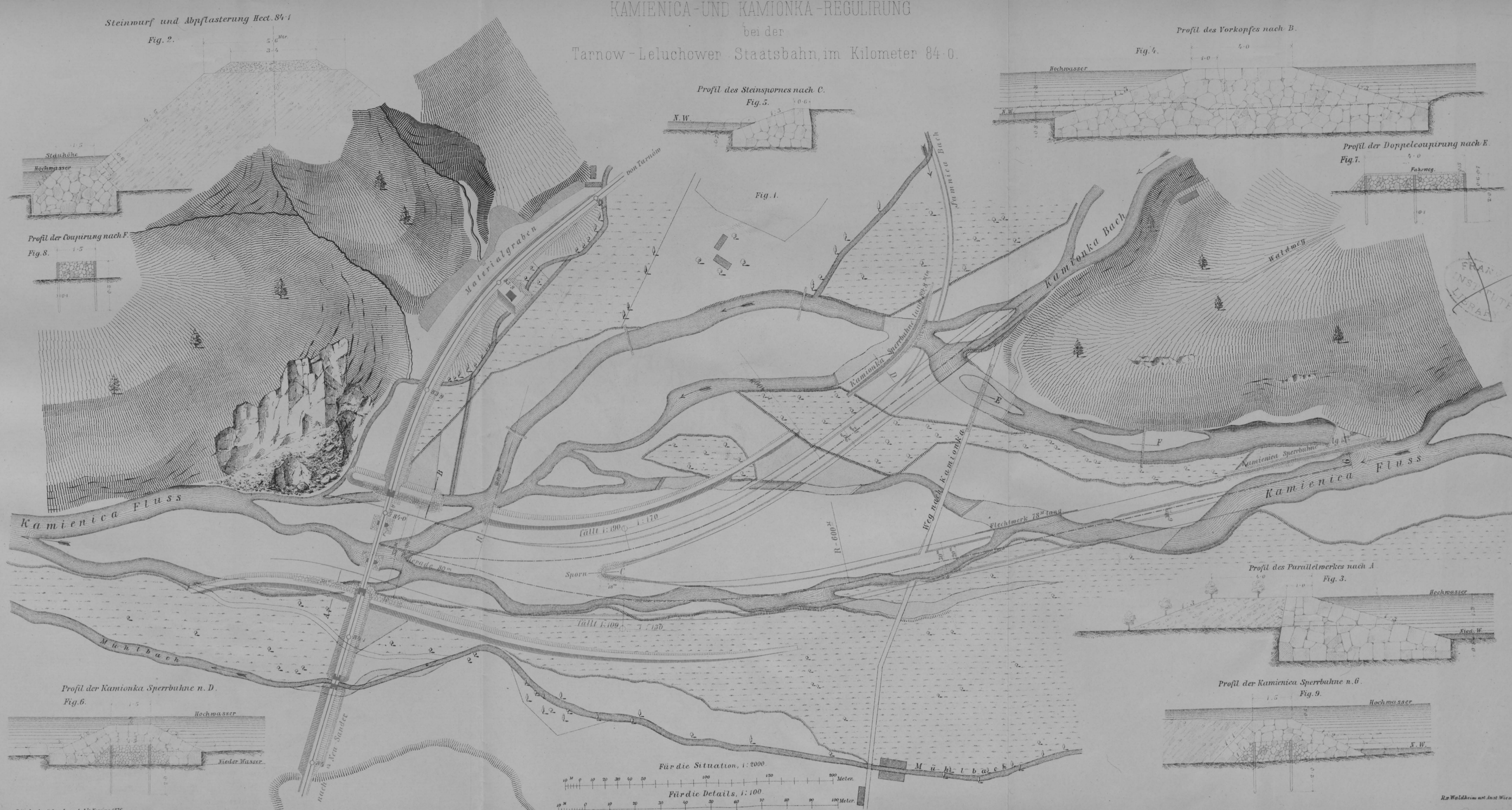
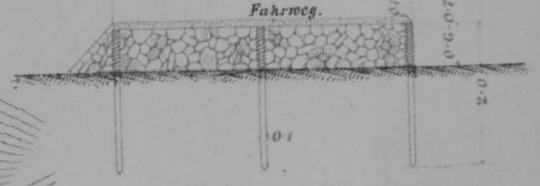
Profil des Vorkopfes nach B.

Fig. 4.



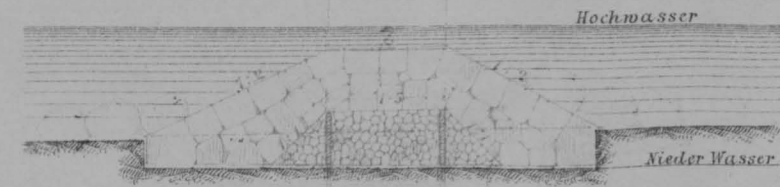
Profil der Doppelcoupirung nach E.

Fig. 7.



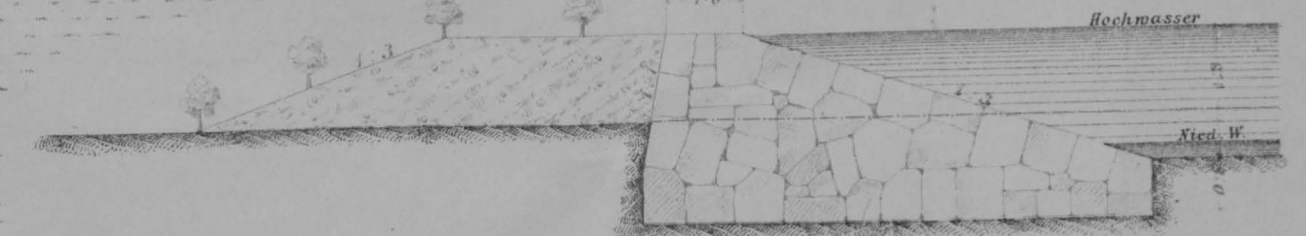
Profil der Kamionka Sperrbahn n. D.

Fig. 6.



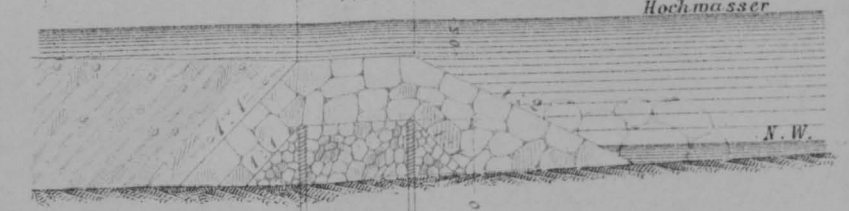
Profil des Parallelwerkes nach A.

Fig. 3.



Profil der Kamienka Sperrbahn n. 6.

Fig. 9.



Für die Situation, 1:2000.

Für die Details, 1:100.

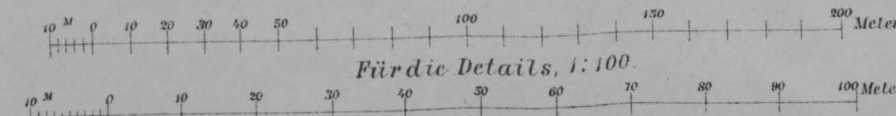
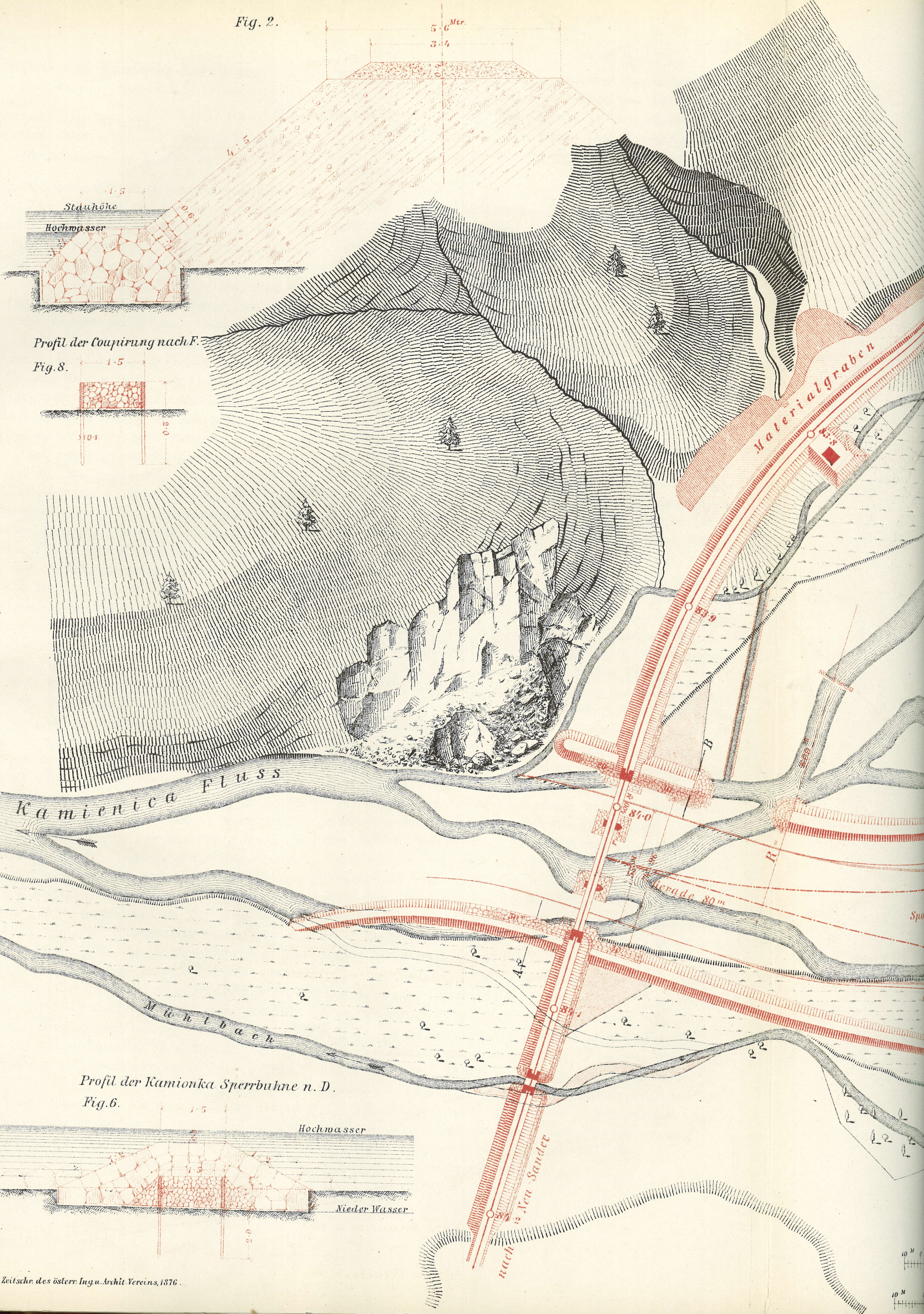
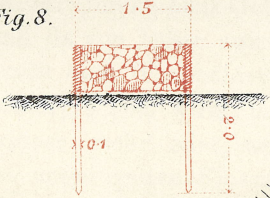


Fig. 2.



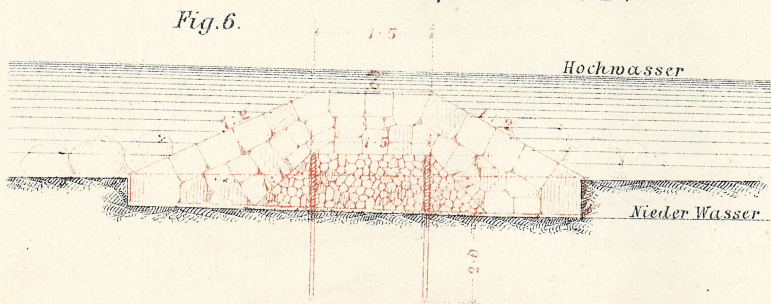
Profil der Coupiure nach F.

Fig. 8.



Profil der Kamionka Sperrbuhne n. D.

Fig. 6.



Profil des Steinspornes nach C.

Fig. 5.

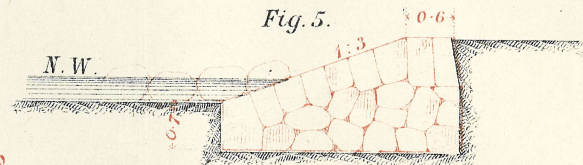
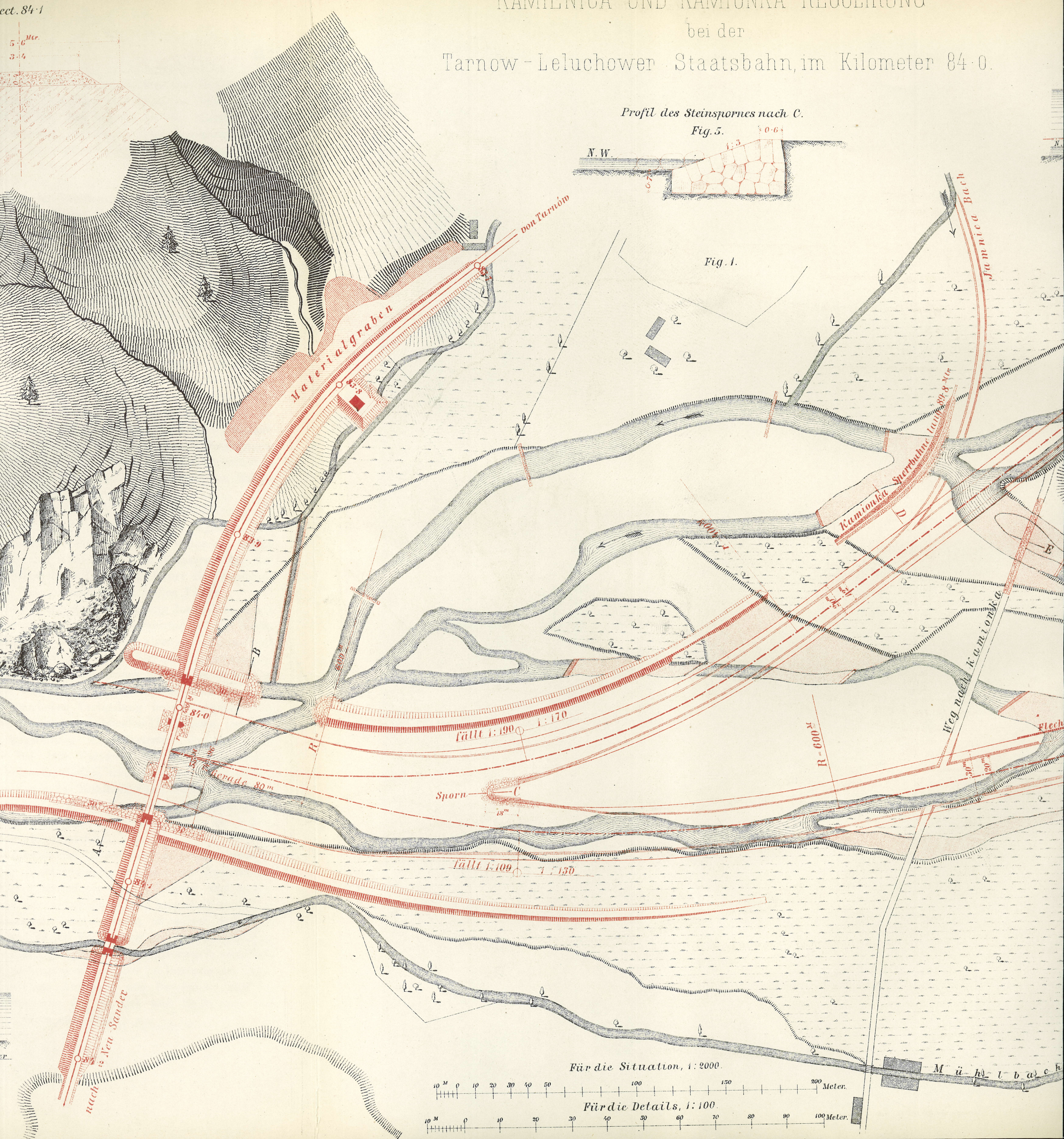


Fig. 1.



Für die Situation, 1:2000.

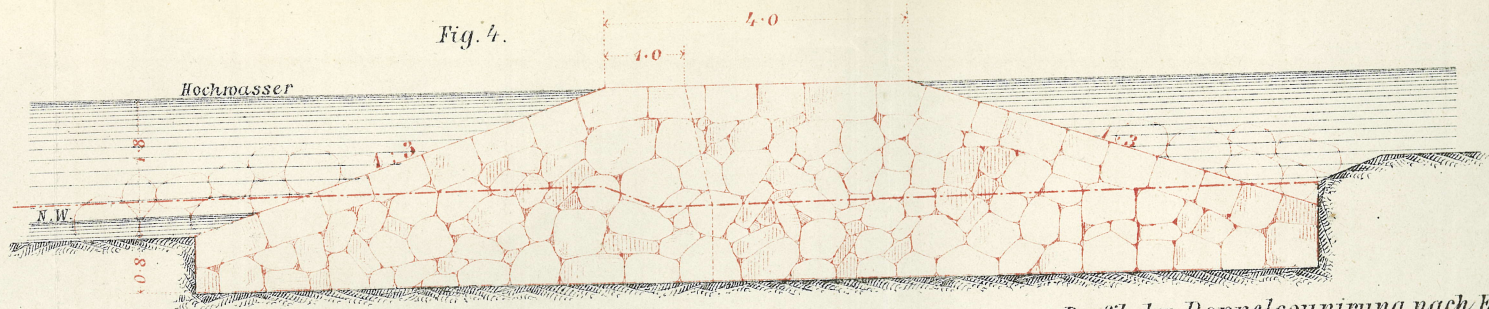
10 M 0 10 20 30 40 50 100 150 200 Meter.

Für die Details, 1:100.

10 M 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 Meter.

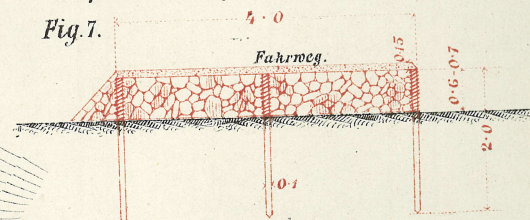
Profil des Vorkopfes nach B.

Fig. 4.



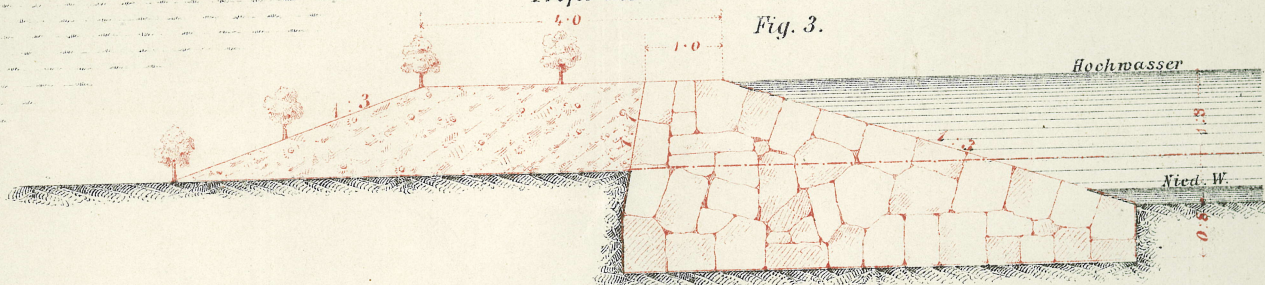
Profil der Doppelcoupirung nach E.

Fig. 7.



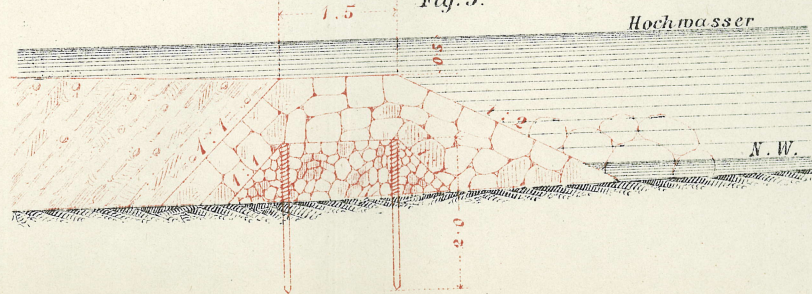
Profil des Parallelwerkes nach A.

Fig. 3.



Profil der Kamienica Sperrbahn n. 6.

Fig. 9.



A. THOMMEN: EISENOBERBAU MIT LANGTRÄGERN.

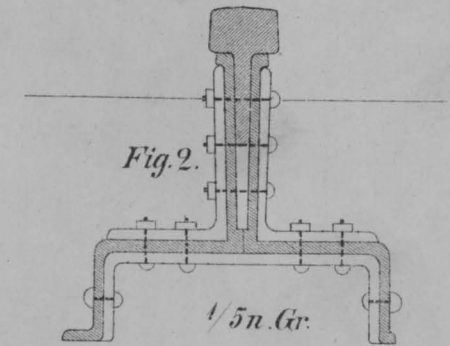
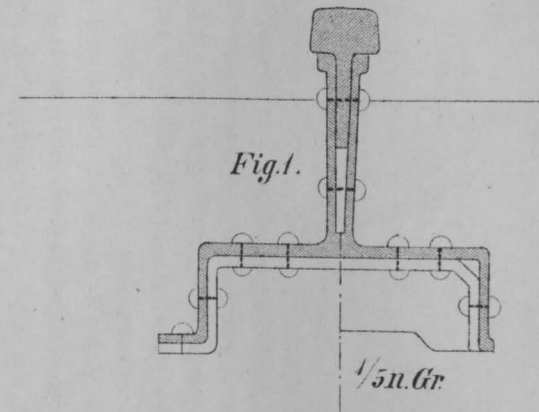
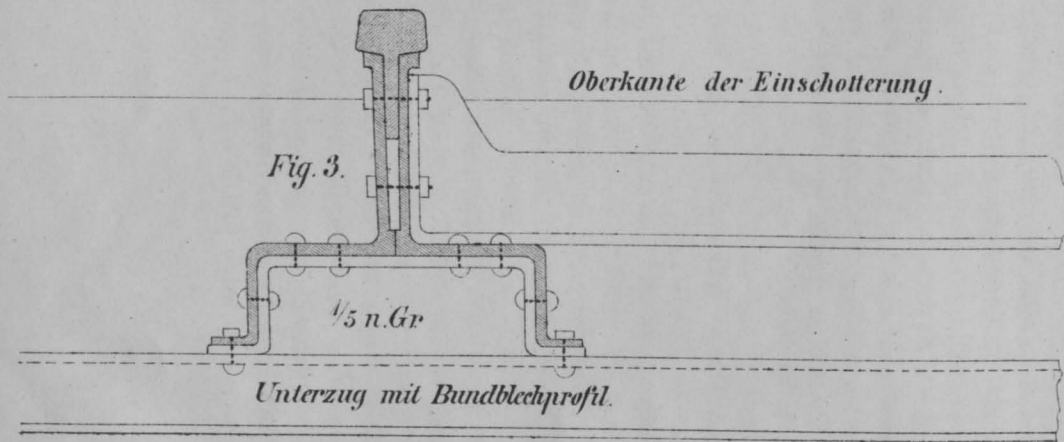
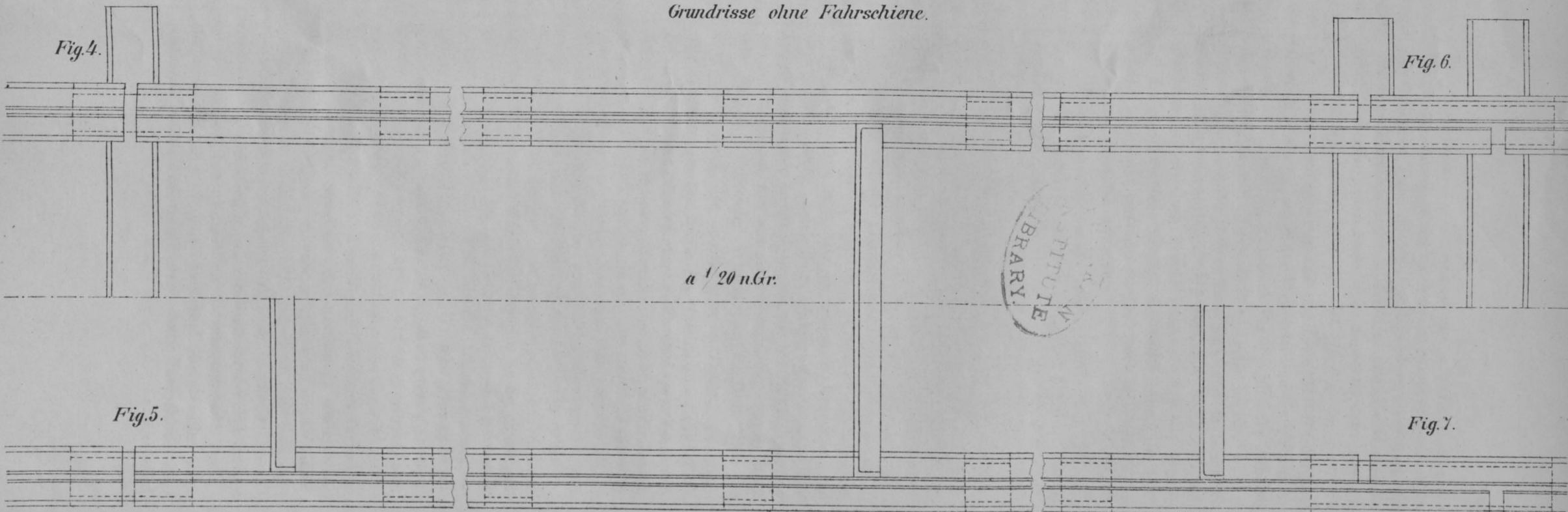
*Grundrisse ohne Fahrschiene.*

Fig. 1.
Querschnitt

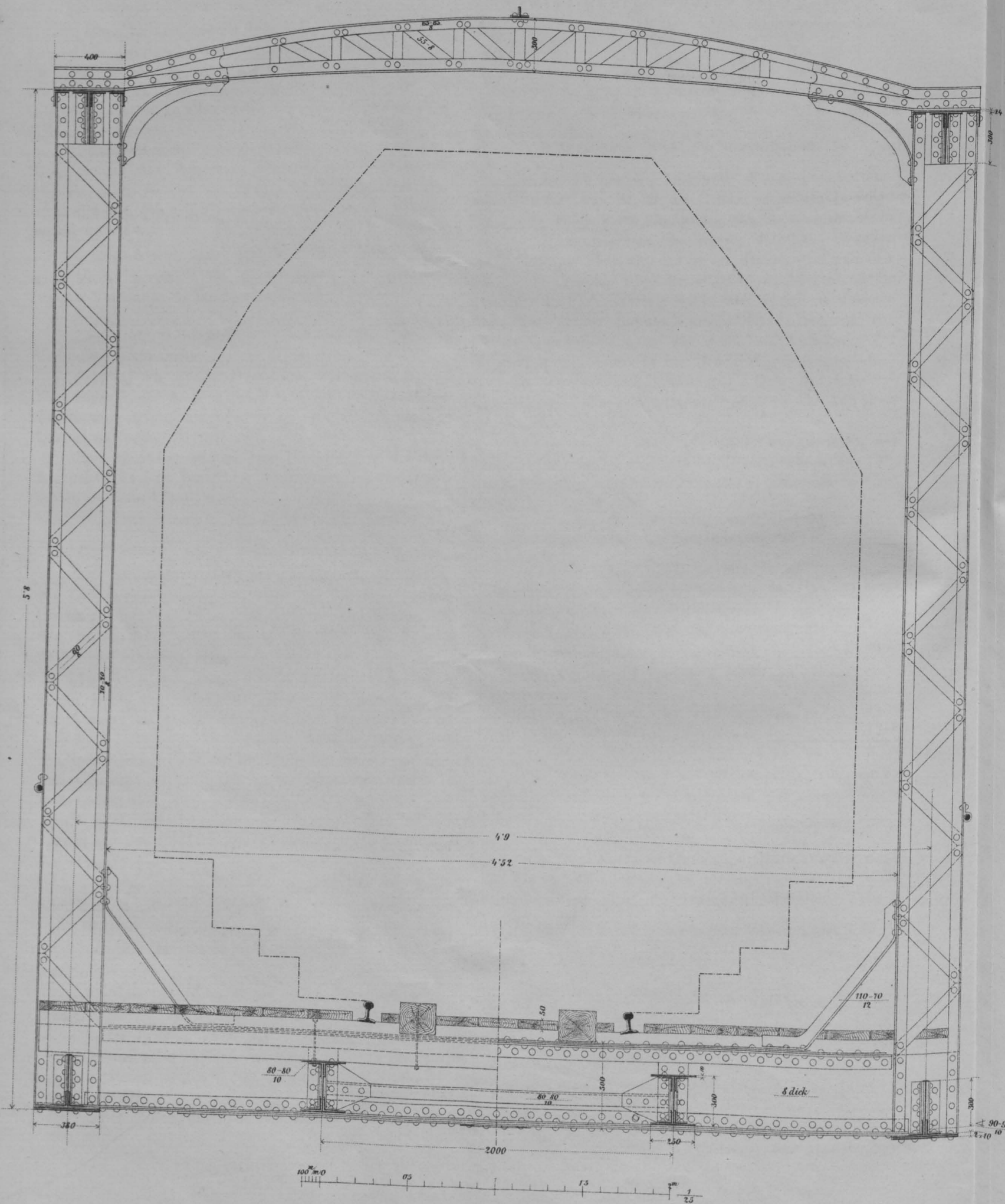


Fig. 2.
Ansicht.

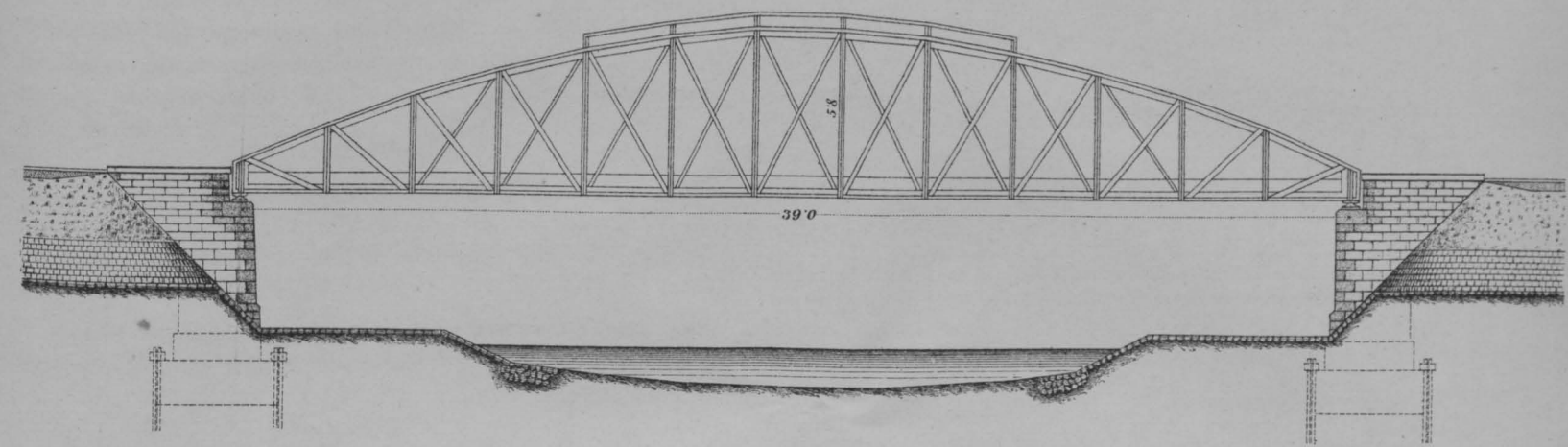


Fig. 3.
Grundriß

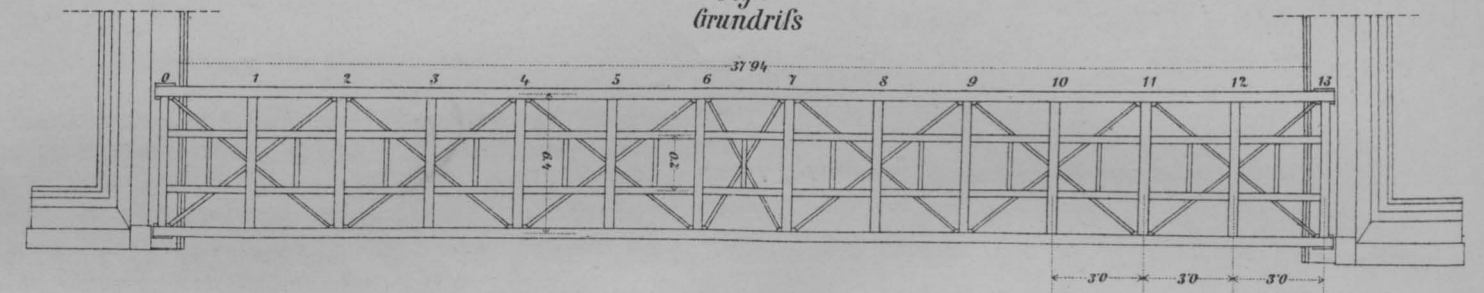


Fig. 4.
Detail der Auflagerung

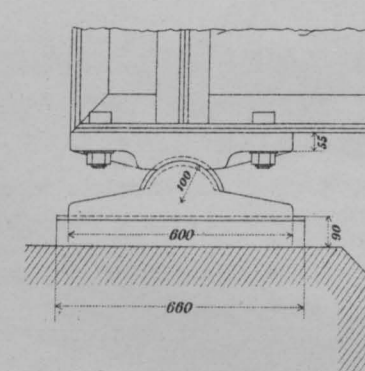


Fig. 5.
Überplattung der Stehblechstöße

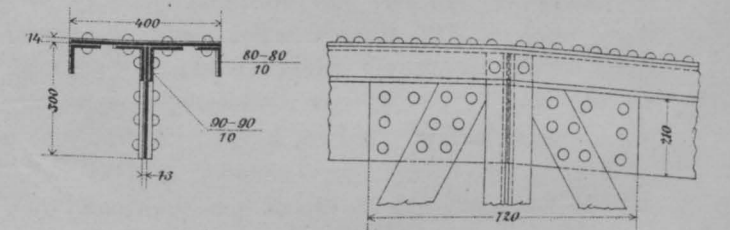


Fig. 6.
Verbindung der Quer- und Längsträger

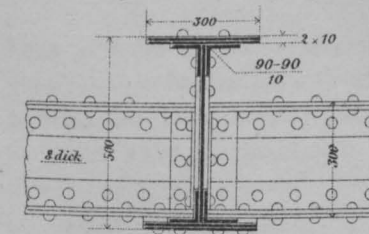


Fig. 7.
Überplattung der Kopfblechstöße

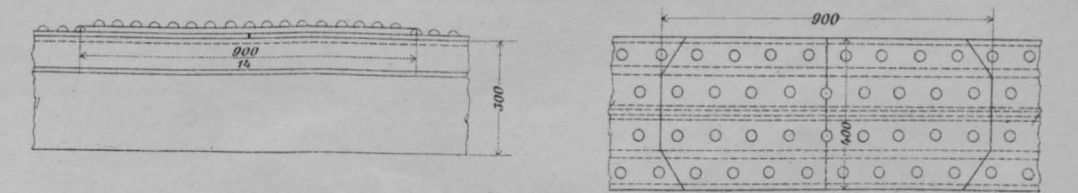
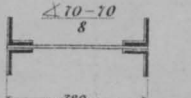


Fig. 8.
Diagonalstreben

0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11
2.50	2.30	2.10	1.90	1.70	1.50	1.30	1.10	1.00	0.90	0.80
16.5	9	12.5	38	11.5	12	12.5	13.5	12	9	8

Fig. 9.
Vertikalstreben



Für die Ansicht u. Grundriß 0 5 10 15 20 m 1/250
Für die Details 0 0.5 1 1.5 2 m 1/20